Código Eléctrico Nacional

INDICE

Capítulos	Descripción	Artículo	Contenido	Página
Introducción	Introducción	90	Introducción	1
Capítulo 1	Generalidades	100	Definiciones	6
		110	Requisitos para instalaciones eléctricas	23
Capítulo 2	Alambrado y protección	200	Uso e identificación de conductores puesto a tierra	44
		210	Circuitos ramales	49
		215	Alimentadores	71
		220	Cálculos de los circuitos ramales, alimentadores y acometidas	75
		225	Circuitos ramales y alimentadores exteriores	93
		230	Acometidas	105
		240	Protección contra sobrecorriente	126
		250	Puesta a tierra y unión	152
		280	Apartarrayos a más de 1 Kv	213
		285	Dispositivos y protectores contra sobre tensiones (SPDs), 1 Kv o menos	216
Capítulo 3	Métodos y materiales para el alambrado	300	Métodos de alambrado	219
		310	Conductores para alambrado en general	242
		312	Gabinetes, cajas de corte y envolvente para Aparatos de medida enchufables	288
		314	Caja de salida, de dispositivos, de paso y de empalme; cuerpos de conduit, accesorios y envolventes de acceso manual	295
		320	Cable armado tipo AC (Armored Cable)	312
		322	Ensamble de cable plano: tipo FC (Flat Cable)	315
		324	Cable de conductor plano tipo FCC	318
		326	Cables con separador integrado de gas tipo IGS (Integrated Gas Spacer)	322
		328	Cables de media tensión tipo MV (Medium Voltage)	325
		330	Cables con blindaje metálico tipo MC (Metal-clad)	327
		332	Cable con aislamiento mineral y forro metálico tipo MI (Mineral Insulated)	331
		334	Cable con forro no metálico: Tipos NM (Nonmetallic, NMC (Nonmetallic Cable) y NMS (Nonmetallic Sheathed)	334
		336	Cables de fuerza y control para bandeja tipo TC (Tray Cable)	340
		338	Cables de entrada de la acometida tipo SE (Service-Entrance) y USE (Underground Service-Entrance)	343
		340	Cables para alimentadores y circuitos ramales subterráneos tipo UF (Underground Feeder)	346
		342	Conduit metálico intermedio tipo IMC (Intermediate Metal Conduit)	348
		344	Conduit metálico rígido tipo RMC (Rigid Metal Conduit)	351
		348	Conduit metálico flexible tipo FMC (Flexible Metal Conduit)	355
		350	Conduit metálico flexible hermético a los líquidos tipo LFMC (Liquid tight Flexible Metal Conduit)	358
		352	Conduit rígido de cloruro de polivinilo tipo PVC (Poly Vinyl Chloride)	361
		353	Conduit de polietileno de alta densidad tipo HDPE (High Density Polyethylene)	366
		354	Conduit subterráneo no metálico con conductores tipo NUCC (Nonmetallic Underground Conduit with Conductors)	369
		355	Conduit de resina termoendurecida o termofija reforzada tipo RTRC (Reinforced Thermosetting Resin Conduit)	372
		356	Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos tipo LFNC (Liquid tight Flexible Nonmetallic Conduit)	377
		358	Tubería metálica eléctrica tipo EMT (Electrical Metallic Tubing)	381
		360	Tubería metálica flexible tipo FMT (Flexible Metallic Tubing)	384
		362	Tubería no metálica eléctrica tipo ENT (Electrical Nonmetallic Tubing)	387
		366	Canaletas auxiliares	392
		368	Barras canalizadas (Busways)	397
		370	Ensamble de cables aislados, en envolvente (Cablebus)	404
		372	Canalizaciones en pisos celulares de concreto	407
		374	Canalizaciones en pisos metálicos celulares	409
		376	Ductos metálicos	411
		378	Ductos no metálicos	414
		380	Ensamble con múltiples salidas	417
		382	Extensiones no metálicas	418
		384	Canalizaciones de canal de tipo mástil	422
		386	Canalizaciones metálicas superficiales	425
		388	Canalizaciones no metálicas superficiales	428
		390	Canalizaciones bajo el piso	430
		392	Bandejas portacables	433
		394	Instalaciones ocultas de aisladores de perilla y tubo	447
		396	Alambrado sostenido por cable mensajero	450
		398	Alambrado a la vista sobre aisladores	452
Capítulo 4	Equipos de uso general	400	Cordones y cables flexibles	456
		402	Alambres para artefactos	472
		404	Interruptores	477
		406	Receptáculos, conectores de cordón y clavijas de conexión	484
		408	Tableros de distribución y paneles de distribución	491
		409	Paneles de control industrial	499
		410	Luminarias, portalámparas y lámparas	503
		411	Sistemas de alumbrado que operan a 30 V o menos	525
		422	Electrodomésticos	527
		424	Equipos eléctricos fijos para calefacción ambiental	538
		427	Equipos eléctricos fijos para calefacción de tuberías y recipientes	556
		430	Motores, circuitos de motores y controladores	562
		440	Equipos de aire acondicionado y refrigeración	622
		445	Generadores	630
		450	Transformadores y bóvedas para transformadores (incluidos los enlaces del secundario)	639
		455	Convertidores de fase	654
		460	Condensadores	658
		470	Resistencias y reactancias	662
		480	Baterías de acumuladores	664
		490	Equipos de más de 600 V nominales	667

Código Eléctrico Nacional
INDICE

Capítulos	Descripción	Artículo	Contenido	Página
Capítulo 5	Ocupaciones especiales	500	Lugares (clasificados como) peligrosos, Clases I, II y III, Divisiones 1 y 2	679
		501	Lugares Clase I	698
		502	Lugares Clase II	720
		503	Lugares Clase III	732
		504	Sistemas intrínsecamente seguros	738
		505	Lugares clase I, zonas 0, 1 y 2	745
		506	Lugares en zonas 20, 21 y 22 para polvos combustibles o fibras/partículas suspendidas inflamables	775
		510	Lugares (clasificados como) peligrosos - Específicos	789
		511	Garajes comerciales, para reparación y Almacenamiento	790
		513	Hangares para aeronaves	796
		514	Instalaciones de despacho de combustible y estaciones de servicio	802
		515	Plantas de almacenamiento a granel	809
		516	Procesos de aplicación por rociado, inmersión y recubrimiento	818
		517	Instalaciones para el cuidado de la salud	831
		518	Sitios de reunión	869
		520	Teatros, áreas de audiencia de los estudios de cine y televisión, áreas de escenarios y lugares similares	872
		522	Sistemas de control para atracciones recreativas permanentes	890
		525	Carnavales, circos, ferias y eventos similares	894
		530	Estudios de cine, televisión y lugares similares	898
		540	Salas para proyección de cine	900
		545	Edificaciones prefabricadas	909
		547	Edificaciones agrícolas	911
		550	Casas móviles, casas prefabricadas y estacionamientos de casas móviles	917
		551	Vehículos recreativos y estacionamientos de vehículos recreativos	937
		552	Remolques estacionados	963
		553	Edificaciones flotantes	982
		555	Marinas y muelles	984
		590	Instalaciones temporales	992
Capítulo 6	Equipo especial	600	Anuncios luminosos e iluminación de contorno	996
		604	Sistemas de alambrado prefabricados	1008
		605	Muebles de oficina (Consistente en accesorios de alumbrado y tabiques alambrados)	1011
		610	Grúas y motacargas eléctricos	1013
		620	Ascensores, montaplatos, escaleras, pasillos eléctricos, ascensores de plataforma y elevadores para sillas de ruedas	1024
		625	Sistemas de carga de vehículos eléctricos	1046
		626	Espacios electrificados de estacionamiento para camiones	1053
		630	Soldadores eléctricos	1064
		640	Equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio	1068
		645	Equipos de tecnología de la información	1079
		647	Equipos electrónicos sensibles	1084
		650	Órganos de tubos	1087
		660	Equipos de rayos X	1089
		665	Equipo de calentamiento por inducción y calentamiento dieléctrico	1093
		668	Celdas electrolíticas	1097
		669	Galvanoplastia	1103
		670	Maquinaria industrial	1104
		675	Máquinas de riego accionadas o controladas eléctricamente	1107
		680	Piscinas, fuentes e instalaciones similares	1112
		682	Cuerpos de agua naturales y artificiales	1142
		685	Sistemas eléctricos integrados	1146
		690	Sistemas solares fotovoltaicos	1148
		692	Sistemas de celdas de combustible	1174
		695	Bombas contra incendios	1181
Capítulo 7	Condiciones especiales	700	Sistemas de emergencia	1190
		701	Sistemas de reserva exigidos legalmente	1201
		702	Sistemas de reserva opcionales	1207
		705	Fuentes interconectadas de generación de energía eléctrica	1210
		708	Sistemas de energía para operaciones críticas (COPS - Critical Operations Power Systems)	1219
		720	Circuitos y equipos que operan a menos de 50 V	1230
		725	Circuitos clase 1, clase 2 y clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada	1231
		727	Cables para bandejas de instrumentación tipo ITC (instrumentation tray cable)	1251
		760	Sistemas de alarma contra incendios	1254
		770	Cables de fibra óptica y canalizaciones	1273
Capítulo 8	Sistemas de comunicaciones	800	Circuitos de comunicaciones	1285
		810	Equipos de radio y televisión	1306
		820	Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión	1314
		830	Sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red	1329

ARTÍCULO 90. INTRODUCCIÓN

90-1. Objetivo.

a) Salvaguardia. El objetivo de este código es la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad.

b) Provisión y suficiencia. Este código contiene disposiciones que se consideran necesarias para la seguridad. El cumplimiento de las mismas y el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos, pero no necesariamente eficiente, conveniente o adecuada para el buen servicio o para ampliaciones futuras en el uso de la electricidad.

> **Nota.** Dentro de los riesgos, se pueden resaltar los causados por sobrecarga en instalaciones eléctricas, debido a que no se utilizan de acuerdo con las disposiciones de este código. Esto sucede porque la instalación inicial no prevé los posibles aumentos del consumo de electricidad. Una instalación inicial adecuada y una previsión razonable de cambios en el sistema, permitirá futuros aumentos del consumo eléctrico.

c) Intención. Este código no tiene la intención de marcar especificaciones de diseño ni de ser un manual de instrucciones para personal no calificado.

(d) Relación con otras normas internacionales. Los requisitos de este código abordan los principios fundamentales de protección para la seguridad, los cuales se encuentran en la sección 131 de la norma 60364-1, Instalaciones Eléctricas de Edificios (*Electrical Instalation of Buildings*), de la Comisión Electrotécnica Internacional (*International Electrotechnical Comisión*).

> **Nota:** La norma IEC 60364-1, Sección 131 contiene los principios fundamentales de protección para la seguridad que comprende la protección contra el choque eléctrico, protección contra efectos térmicos, protección contra sobrecorriente, protección contra corrientes de falla y protección contra sobretensión. Todos estos riesgos potenciales son tratados por los requisitos de este Código.

90-2. Alcance.

<u>a) Cobertura</u>**.** Este código cubre:

1) Las instalaciones de conductores y equipos eléctricos en o sobre edificios públicos y privados y otras estructuras, incluyendo casas móviles, vehículos de recreo y casas flotantes, y otras instalaciones como patios, parques de atracciones, estacionamientos, otras áreas similares y subestaciones industriales.

> **Nota.** Para información sobre instalaciones en complejos industriales o de varias edificaciones, véase el National Electrical Safety Code, ANSI C2-1997

2) Instalaciones de conductores y equipos que se conectan con fuentes de suministro de electricidad.

3) Instalaciones de otros conductores y equipos exteriores dentro de la propiedad.

4) Instalaciones de cables y canalizaciones de fibra óptica.

5) Instalaciones en edificaciones utilizadas por las empresas de energía eléctrica, como edificios de oficinas, almacenes, garajes, talleres y edificios recreativos que no formen parte integral de una planta generadora, una subestación o un centro de control.

b) Fuera de cobertura**.** Este código no cubre:

1) Las instalaciones en buques, naves distintas de las casas flotantes, material rodante ferroviario, aviones o automóviles excepto casas móviles y vehículos de recreo.

2) Las instalaciones subterráneas en minas y la maquinaria móvil autopropulsada de minería de superficie y su cable eléctrico colgante.

3) Las instalaciones ferroviarias utilizadas para la generación, transformación, transmisión o distribución de la energía eléctrica usada exclusivamente para el funcionamiento del material rodante ni las instalaciones utilizadas exclusivamente para señalización y comunicaciones.

4) Las instalaciones de equipos de comunicaciones bajo el control exclusivo de las compañías de comunicaciones, situadas a la intemperie o en edificios utilizados exclusivamente para dichas instalaciones.

5) Las instalaciones, incluida la iluminación correspondiente, bajo el control exclusivo de las compañías de electricidad para comunicaciones, medidas, generación, control, transformación, transmisión o distribución de energía eléctrica. Tales instalaciones deben estar situadas en edificios utilizados exclusivamente por las compañías para estos fines; al aire libre en lugares propios o arrendados por la compañía o en carreteras, calles, caminos, etc., públicos, o al aire libre en propiedades privadas mediante derechos de paso.

> **Nota para (4) y (5):** Ejemplos de compañías eléctricas pueden incluir aquellas entidades que son típicamente designadas o reconocidas por la ley o los reglamentos gubernamentales para comisiones de empresas de servicios públicos y que instalan, operan y mantienen el suministro eléctrico (como los sistemas de generación, transmisión o distribución) o los sistemas de comunicación (tales como teléfono, antenas comunales de televisión, internet, satélite, o servicios de datos). Las compañías de servicios públicos pueden estar sujetas al cumplimiento de los códigos y las normas que cubren sus actividades reguladas tal como estén aprobadas por la ley o los reglamentos gubernamentales. Se pueden encontrar información adicional consultando con los organismos de reglamentación estatal, la Federal Energy Regulatory Commission y la Federal Communications Commission.

c) Permisos especiales**.** La autoridad competente para hacer cumplir este código puede conceder excepciones para la instalación de conductores y equipos que no estén bajo el control exclusivo de las compañías eléctricas y que se utilicen para conectar las redes de suministro eléctrico a los conductores de la acometida de los predios o inmuebles alimentados, siempre que tales instalaciones estén fuera de la edificación o terminen en la pared interna inmediata del muro externo

de la edificación.

90-3. Organización del **Código.** Este código se divide en una Introducción y nueve capítulos. Los capítulos 1, 2, 3 y 4 son de aplicación general; los capítulos 5, 6 y 7 se refieren a lugares especiales, equipos especiales u otras condiciones especiales. Estos últimos capítulos complementan o modifican las normas generales. Los capítulos 1 a 4 se aplican en todo, excepto lo modificado en los capítulos 5,6 y 7 para las condiciones particulares. El capítulo 8 trata de los sistemas de comunicaciones y es independiente de los demás, excepto en las referencias concretas que se haga a ellos. El capítulo 9 consta de tablas y ejemplos. Los anexos no son partes de los requisitos de este Código, sino que se incluyen con propósitos informativos únicamente.

90-4. Cumplimiento. Este código está hecho para que resulte adecuada su utilización por organismos que tengan jurisdicción legal sobre las instalaciones eléctricas y para ser aplicado por personal autorizado, incluyendo los sistemas de comunicaciones y señalización, y para el uso de los inspectores de compañías de seguros. La autoridad que tenga jurisdicción sobre el cumplimiento de este código debe ser responsable de interpretar las reglas, de decidir la aprobación de los equipos y materiales y de conceder los permisos especiales que contemplan algunas de estas reglas.
La autoridad con jurisdicción puede pasar por alto determinados requisitos de este Código o permitir métodos alternativos cuando esté segura de que se pueden conseguir objetivos equivalentes, creando y manteniendo una seguridad efectiva.
Este Código puede exigir nuevos productos, construcciones o materiales que quizá no estén disponibles en el momento de adopción del mismo. En tal caso, la autoridad con jurisdicción puede autorizar el uso de productos, construcciones o materiales que cumplan con los objetivos equivalentes de seguridad.

90-5. Reglas obligatorias y textos explicativos. Las reglas obligatorias de este Código son aquellas que identifican acciones exigidas o prohibidas específicamente y que se caracterizan por el uso de los términos “debe” o “no debe”.

Las reglas permisivas de este Código son aquellas que identifican acciones que se permiten pero que no se exigen; normalmente se usan para describir opciones o métodos alternativos, y se caracterizan por el uso de los términos “se permitirá” o “no se exigirá”.

Los textos explicativos aparecen en forma de notas, y solo se incluyen a manera de información y no son de obligatorio cumplimiento como requisitos de este Código.

90-6. Interpretaciones formales. Para fomentar la uniformidad en la interpretación y aplicación de las disposiciones de este código, se han establecido procedimientos formales de interpretación, los cuales se encuentran en el “NFPA Regulations Governing Committee Projects”.

90-7. Inspección de las condiciones de seguridad de los equipos. Para determinados equipos y materiales a los que se refiere este código, el examen de su seguridad hecho en condiciones normales debe proporcionar la base para su aprobación, siempre que el informe se ponga a disposición del público en general, mediante la promulgación por parte de organismos debidamente equipados y calificados para hacer pruebas experimentales, inspecciones sobre el funcionamiento de los equipos en las fábricas y evaluación de los servicios mediante inspecciones

de campo. Esto hace innecesaria la repetición de las inspecciones por distintos examinadores, frecuentemente con instalaciones inadecuadas para dichas tareas, así como la confusión que resultaría de informes que no coinciden sobre la adecuación de los aparatos y materiales examinados para un fin determinado. Es intención de este código que no haya que examinar el alambrado interno de una fábrica o la construcción de los equipos en el momento de la instalación de los mismos, excepto para detectar posibles alteraciones o daños, siempre que el equipo haya sido aprobado por un laboratorio calificado para hacer pruebas eléctricas, del que se reconozca que posee las instalaciones anteriormente descritas y que requiera la adecuación de la instalación, de acuerdo con este código.

Notas:

1) Véanse los requisitos del artículo 110-3.

2) Véase la definición de “Aprobado o listado”, sección 100.

3) El Anexo A contiene un listado de las normas de seguridad de producto para equipos eléctricos.

90-8. Proyección de la instalación

a) Conveniencia y futuras ampliaciones. Los planos y las especificaciones que prevean espacios amplios en las canalizaciones, canalizaciones de reserva y espacios adicionales, permitirán futuros incrementos en los circuitos de comunicación y de potencia eléctrica. Los centros de distribución situados en lugares fácilmente accesibles permitirán la operación cómoda y segura.

b) Número de conductores y circuitos en encerramientos o envolventes (*enclosures*)**.** En otras partes de este código se establece que el número de conductores y circuitos en un solo envolvente sea limitado de forma variable. Al limitar el número de circuitos en un solo encerramiento, conducto o caja, se reducen los efectos de un cortocircuito o de una falla a tierra en un circuito.

90-9. Unidades métricas de medida. En este código se utilizan las unidades métricas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). La sección de los conductores, de los cables, de las tuberías, la potencia de los motores y los tamaños las cajas irán acompañados por el equivalente de su designación comercial que no reflejan medidas reales.

(a) Sistema de medición de preferencia. Para el propósito de este Código, las unidades métricas de medición están de acuerdo con el sistema métrico moderno, conocido como Sistema Internacional de Unidades (SI).

(b) Sistema dual de unidades. Las unidades SI deben aparecer primero y las unidades en pulgada-libra deben aparecer inmediatamente después en paréntesis. La conversión de unidades pulgada-libra en unidades SI se debe basar en una conversión forzada, excepto lo previsto en 90.9 (C).

(c) Usos permitidos de la conversión suave. En los casos que se indican en 90.9 (C) (1) hasta (C) (4) no se debe exigir la utilización de la conversión forzada y se permitirá el uso de conversión suave.

(1) Tamaños comerciales. Cuando el tamaño real medido de un producto no es el mismo tamaño

nominal, se deben utilizar los denominadores del tamaño comercial en lugar de las dimensiones. En todos los casos se deben seguir las prácticas comerciales.

(2) Material extraído. Cuando el material es extraído de otras normas, el contexto del material original no debe ser violado ni comprometido. Cualquier edición del texto extractado se debe limitar a que su estilo sea consistente con el del NEC.

(3) Práctica industrial. Donde la práctica industrial sea expresar las unidades en pulgada-libra, no se debe exigir la inclusión de unidades SI.

(4) Seguridad. Donde se pueda presentar un impacto negativo en la seguridad, se debe utilizar la conversión suave.

(d) Conformidad. Se permitirá que la conversión de unidades pulgada-libra a unidades SI sea una conversión aproximada. La conformidad con los números que se muestren bien sea en el sistema SI así como en el sistema pulgada-libra debe constituir conformidad con este Código.

Nota No. 1: La conversión forzada se considera un cambio en las dimensiones o las propiedades de un elemento en tamaños nuevos que pueden o no ser intercambiables con los tamaños utilizados en la medición original. La conversión suave se considera una conversión matemática directa e implica un cambio en la descripción de una medición existente pero no en la dimensión real.

Nota No. 2: Las conversiones de las unidades SI se basan en la norma IEEE/ASTM SI 10-1997, Standard for the Use of the International System.

Capítulo 1 - Generalidades
Artículo 100
Definiciones

Alcance. Este Artículo contiene únicamente las definiciones esenciales para la aplicación adecuada de este Código. No se pretende incluir los términos generales ni los términos técnicos comúnmente definidos en otros códigos y normas relacionadas. En general, en el Artículo 100 se definen únicamente los términos utilizados en dos o más artículos. Se incluyen otras definiciones en el artículo en el cual se usan, pero pueden estar referenciadas en el Artículo100. La Parte **I** de este artículo contiene las definiciones que se aplican donde quiera que los términos se utilicen en este Código. La Parte **II** contiene las definiciones aplicables únicamente a las partes de los artículos que tratan específicamente de instalaciones y equipos que funcionan a más de 600 voltios nominales.

Parte I. Generalidades

A la vista desde (dentro del alcance visual desde). Donde este Código especifique que un equipo debe estar "a la vista desde", "dentro del alcance visual desde,", etc., otro equipo, significa que el equipo especificado debe ser visible desde el otro y no debe estar a más de 15 m (50 pies) de distancia de este.

A prueba de intemperie *(Weatherproof).* Construido o protegido de modo que su exposición a la intemperie no impida su buen funcionamiento.

> ***NOTA:*** Los equipos a prueba de lluvia (rainproof), herméticos a la lluvia o herméticos al agua, pueden cumplir los requisitos para la prueba de intemperie, cuando no influyan otras condiciones de intemperie variables diferentes de la humedad, tales como la nieve, hielo, polvo o temperaturas extremas.

A prueba de lluvia *(Rainproof).* Construido, tratado o protegido para impedir que la lluvia interfiera con el correcto funcionamiento del aparato bajo las condiciones (especificas) de pruebas.

Accesible (Cuando se aplica a los equipos*).* Equipo que permite una aproximación cercana; no resguardado por puertas con cerraduras, altura u otros medios efectivos.

Accesible (Cuando se aplica a los métodos de alambrado). Que se puede quitar o exponer sin dañar la estructura o acabado del edificio, o que no está encerrado permanentemente por la estructura o acabado del edificio.

Accesible, fácilmente (fácilmente accesible). Elemento al que es posible alcanzar rápidamente para operarlo, cambiarlo o inspeccionar, sin que los operarios que requieran tener acceso deban subir o quitar obstáculos, ni recurrir a escaleras portátiles, etc.

Acometida. Conductores y equipos para la entrega de energía eléctrica desde la red local de servicio público, hasta el sistema de alambrado del inmueble o estructura a servirse.

Acometida lateral*.* Conductores subterráneos de acometida entre la red de la calle, incluidos los tramos de elevación al poste o cualquier otra estructura o desde los transformadores, y el primer punto de conexión con los conductores de entrada de la acometida en una caja de terminales,

medidor u otra gabinete, dentro o fuera del muro de la edificación. Donde no haya caja de terminales, contadores u otra cubierta, caja o gabinete con espacio adecuado, el punto de conexión será considerado como el punto de entrada de los conductores de acometida o servicio al edificio.

Alambrado de un inmueble (Sistema). Alambrado interior y exterior que incluye el alambrado de fuerza, iluminación, control y circuitos de señales, junto con todos los accesorios mecánicos, herrajes y dispositivos de alambrado, instalados tanto de forma permanente como temporal. Incluye (a) el alambrado desde el punto de acometida o fuente de alimentación hasta las salidas o (b) el alambrado desde e incluyendo la fuente de alimentación hasta las salidas cuando no hay punto de acometida. Este alambrado no incluye el alambrado interno a los electrodomésticos, luminarias, motores, controladores, centros de control de motores y equipo similar.

Alimentador. Todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida, la fuente de un sistema derivado separado u otra fuente de suministro de energía eléctrica y el dispositivo de protección contra sobrecorriente final del circuito ramal.

Ampacidad. Corriente eléctrica, expresada en amperios, que un conductor puede transportar continuamente en condiciones de uso sin superar su régimen o capacidad de temperatura nominal.

Aprobado. Aceptable por la autoridad con jurisdicción encargada de hacer cumplir este código.

Askarel. Término genérico para un grupo de hidrocarburos clorados sintéticos no inflamables, usados como medio de aislamiento eléctrico. Se usan askareles de diferentes tipos de composición. Bajo condiciones de arco eléctrico, los gases producidos, aunque consisten predominantemente en cloruro de hidrógeno no combustible, pueden incluir cantidades variables de gases combustibles, dependiendo del tipo de askarel.

Automático. Que actúa por sí mismo, que funciona por sus propios mecanismos cuando es accionado por un medio sin intervención personal, como por ejemplo un cambio en la intensidad de la corriente, de la presión, de la temperatura o de la configuración mecánica.

Autoridad con jurisdicción o competente (ACJ). Organización, oficina o individuo responsable de hacer cumplir los requisitos de un código o de una norma, o responsable de aprobar equipos, materiales, una instalación o un procedimiento.

> **NOTA**: La frase "autoridad con jurisdicción" o su acrónimo ACJ, se utiliza en los documentos de la NFPA de manera amplia, puesto que las jurisdicciones y agencias de aprobación varían, así como lo hacen sus responsabilidades. Donde la seguridad pública es primordial, la autoridad con jurisdicción puede ser un departamento federal, estatal, local o regional o un individuo tal como el jefe de bomberos, el comandante de bomberos, el jefe de una oficina de prevención de incendios, un departamento del trabajo, un departamento de salud; el administrador del edificio; el inspector eléctrico, u otros que tengan autoridad estatutaria. Para propósitos de seguros, un departamento de inspección de seguros, una oficina de avalúos u otro representante de la compañía de seguros pueden ser autoridad con jurisdicción. En muchas circunstancias, el propietario del predio o su agente designado asume la función de autoridad con jurisdicción. En instalaciones gubernamentales, el oficial al mando o el funcionario (a) del departamento gubernamental pueden ser autoridad con jurisdicción.

Aviso luminoso. Equipo de utilización de energía eléctrica, iluminado eléctricamente, fijo, estacionario o portátil, autocontenido, con letras o símbolos, diseñado para transmitir información o llamar la atención.

Bajada de acometida. Los conductores de acometida aérea que van desde el último poste u otro soporte aéreo incluidos los empalmes, si los hay, que conectan a los conductores de entrada de acometida al edificio u otra estructura.

Cable de acometida. Conductores de la acometida fabricados en forma de cable.

Caja de corte. Gabinete diseñado para montaje superficial, y que tiene puertas abatibles o cubiertas sujetas directamente a las paredes de la caja en forma telescópica.

Cámara de distribución. Compartimiento o cámara a la cual están conectados uno o más conductos de aire y que forman parte del sistema de distribución de aire.

Canalización. Conducto cerrado o abierto construido con materiales metálicos o no metálicos, expresamente diseñado para contener cables o barras conductoras, con las funciones adicionales que permita este Código. Las canalizaciones incluyen, pero no están limitadas a conducto rígido metálico, conducto rígido no metálico, conducto metálico intermedio, conducto flexible e impermeable, tuberías metálicas flexibles, conducto metálico flexible, tuberías eléctricas no metálicas, tuberías eléctricas metálicas, canalizaciones sub-terráneas, canalizaciones para piso de concreto celular, para piso de metal celular, canalizaciones para superficie, de cables y de barras.

Carga (eléctrica). Es la potencia instalada o demandada en un circuito eléctrico.

Carga continua. Carga cuya corriente máxima se prevé que circule durante tres horas o más.

Carga no lineal. Carga en donde la forma de onda de la corriente en estado estacionario no sigue la forma de onda de la tensión aplicada.

> **NOTA**: Los equipos electrónicos, la iluminación de descarga eléctrica / electrónica, sistemas de velocidad variable y equipos similares pueden ser cargas no lineales.

Centro de control de motores. Gabinete de una o más secciones encerradas que tienen barras de energía comunes y que contienen principalmente unidades de control de motores.

Circuito de control remoto. Cualquier circuito eléctrico que controla otro por medio de un dispositivo electrónico a distancia.

Circuito de señalización. Cualquier circuito eléctrico que energiza equipos de señalización.

Circuito ramal. Conductores de circuito entre el dispositivo final contra sobrecorriente que protege el circuito y la(s) salida(s).

Circuito ramal, de conexión de electrodomésticos. Circuito ramal que suministra energía a una o más salidas a las que serán conectados los electrodomésticos y que no tiene conectadas permanentemente luminarias que no forman parte de un electrodoméstico.

Circuito ramal, de uso general. Circuito ramal que alimenta dos o más receptáculos o salidas para alumbrado y electrodomésticos.

Circuito ramal, individual. Circuito ramal que alimenta a un solo equipo de utilización.

Circuito ramal, multiconductor. Circuito ramal que consta de dos o más conductores no puestos a tierra y entre los cuales hay una tensión, y un conductor puesto a tierra con la misma tensión entre él y cada uno de los conductores no puestos a tierra del circuito, y que está conectado al neutro o al conductor puesto a tierra del sistema.

Clavija de conexión (clavija macho) (clavija). Dispositivo que mediante inserción en un receptáculo, establece una conexión entre los conductores del cordón flexible unido a él y los conductores conectados en forma permanente al receptáculo.

Cocina. Área con un fregadero e instalaciones permanentes para la preparación y cocción de alimentos.

Conductor aislado. Conductor recubierto por un material de composición y espesor reconocidos por este Código como aislamiento eléctrico.

Conductor cubierto. Conductor recubierto por un material de composición o espesor no reconocido por este Código como aislante eléctrico.

Conductor de puesta a tierra. Conductor utilizado para conectar los equipos o el circuito puesto a tierra de un sistema de alambrado, al electrodo o electrodos puesta a tierra.

Conductor de puesta a tierra, de los equipos. Trayectoria conductiva instalada para conectar las partes metálicas, que normalmente no transportan corriente, de los equipos entre sí y al conductor del sistema puesto a tierra o al conductor del electrodo de puesta a tierra o a ambos.

> **NOTA No. 1:** Se reconoce que el conductor de puesta a tierra del equipo también actúa como unión.
>
> **NOTA No. 2**: Véase 250.118 para un listado de conductores aceptables de puesta a tierra de los equipos.

Conductor del electrodo de puesta a tierra. Conductor utilizado para conectar el conductor puesto a tierra del sistema o el equipo al electrodo de puesta a tierra o a un punto en el sistema del electrodo de puesta a tierra.

Conductor desnudo. Conductor que no tiene ningún tipo de cubierta o aislamiento eléctrico.

Conductor neutro. Conductor conectado al punto neutro de un sistema y cuyo propósito es transportar corriente en condiciones normales.

Conductor puesto a tierra. Conductor de un sistema o de un circuito intencionalmente puesto a tierra. Generalmente es el neutro de un sistema monofásico o de un sistema trifásico en estrella.

Conductores de entrada de la acometida, sistema aéreo. Conductores de la acometida entre los terminales del equipo de acometida y un punto generalmente fuera del edificio, en cuyo recorrido no se encuentran paredes de dicho edificio, en donde se unen por derivación o empalme a la bajada de acometida.

Conductores de entrada de la acometida, sistema subterráneo. Conductores de la acometida entre los terminales del equipo de acometida y el punto de conexión a la acometida lateral.

> **NOTA**: Cuando el equipo de la acometida está situado fuera de las paredes del edificio, puede no haber conductores de entrada de acometida o pueden estar totalmente fuera del edificio.

Conductores de la acometida. Conductores desde el punto de acometida hasta los medios de desconexión de la acometida.

Conductores de aluminio recubiertos con cobre. Conductores estirados de una barra de aluminio recubierta con cobre en la que el cobre está metalúrgicamente unido a un alma de aluminio. El cobre corresponde a un mínimo del 10% de la sección transversal de un conductor sólido o de cada hilo de un conductor trenzado.

Conector a presión (no soldado). Dispositivo que establece una conexión entre dos o más conductores o entre uno o más conductores y un terminal, mediante presión mecánica y sin utilizar soldadura.

Controlador. Dispositivo o grupo de dispositivos que sirven para gobernar, de algún modo predeterminado, la potencia eléctrica suministrada al aparato al que está conectado.

Coordinación (selectiva). Localización de una condición de sobrecorriente para restringir las paradas del circuito o del equipo afectado, lo cual se logra con la selección de los dispositivos de protección contra sobrecorriente y sus ajustes o valores nominales.

Corriente nominal de cortocircuito. Posible corriente simétrica de falla a tensión nominal, a la cual un aparato o un sistema puede estar conectado sin sufrir daño que exceda los criterios de aceptación definidos.

Corriente nominal de interrupción. La máxima corriente a la tensión nominal, que un dispositivo eléctrico tiene previsto interrumpir, bajo condiciones normalizadas de ensayo.

> **NOTA**: Los equipos previstos para interrumpir el flujo de corriente, a distintos niveles del de falla, pueden tener su corriente de interrupción nominal designada en otros parámetros, como la potencia en caballos de fuerza o la corriente de rotor bloqueado.

Cuarto de baño. Un área en la que hay un lavamanos y uno o más de los siguientes elementos: un inodoro, un urinario, una bañera, una ducha, un bidé o accesorios de plomería similares.

Cuerpo de conduit. Parte independiente de un sistema de conduit o tuberías que permite acceder, a través de cubierta(s) removible(s), al interior del sistema en el punto de unión de dos o más secciones del sistema, o en un punto terminal del mismo.

No se consideran cuerpos de conduit las cajas tales como las FS y FD o cajas más grandes, de metal fundido o en chapa.

Dispositivo. Elemento de un sistema eléctrico que tiene como función principal transportar o controlar la energía eléctrica.

Dispositivo complementario de protección contra sobrecorriente. Dispositivo cuyo propósito es proporcionar protección limitada contra sobrecorriente para aplicaciones específicas y equipos de utilización tales como luminarias y electrodomésticos. Esta protección limitada es adición a la protección suministrada y requerida en el circuito ramal por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal.

Dispositivo contra sobrecorriente del circuito ramal. Dispositivo con la capacidad para dar protección a circuitos de acometidas, alimentadores, circuitos ramales y equipos en todo el rango de sobrecorrientes entre su corriente nominal y su capacidad nominal de interrupción. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito ramal se suministran con la capacidad nominal de interrupción adecuada para el uso previsto, pero no inferior a 5,000 amperios.

Dispositivo de protección contra tensiones transitorias *(SPD).* Dispositivo de protección para limitar las tensiones transitorias mediante la desviación o la limitación de la corriente transitoria; también evita el flujo continuo de la corriente residual mientras conserva la capacidad de repetir estas funciones y tiene las siguientes denominaciones:

Tipo 1: SPDs conectados permanentemente, previstos para su instalación entre el secundario del transformador de acometida y el lado de línea del dispositivo de desconexión por sobrecorriente de la acometida.

Tipo 2: SPDs conectados permanentemente, previstos para su instalación en el lado de carga del dispositivo de desconexión por sobrecorriente de la acometida, se incluyen los SPDs ubicados en el panel ramal.

Tipo 3: SPDs del punto de utilización.

Tipo 4: SPDs componente, que incluye componentes discretos, así como ensamblajes.

> **NOTA**: Para información adicional sobre los SPDs tipo 1, tipo 2, tipo 3 y tipo 4, véase la norma UL 1449, Standard for surge Protective Devices.

Desconector de aislamiento.
Desconector destinado para separar un circuito eléctrico de la fuente de alimentación. No tiene valor nominal de interrupción, y está diseñado para ser operado únicamente después de que el circuito se ha abierto por otros medios.

Desconector de aislamiento de derivación. Dispositivo de accionamiento manual utilizado junto con un interruptor de transferencia, para proporcionar un medio de conexión directa de los conductores de carga a una fuente de alimentación y de desconexión del interruptor de transferencia.

Edificio. Construcción independiente o que está aislada de otras estructuras adyacentes por muros cortafuegos, con todas sus aberturas protegidas por puertas cortafuegos aprobadas.

Electrodo de puesta a tierra*).* Objeto conductor a través del cual se establece una conexión directa a tierra.

Electrodoméstico. Equipo de utilización, generalmente no industrial, que se fabrica normalmente

en tamaños o tipos normalizados y que se instala o conecta como una unidad para realizar una o más funciones, como por ejemplo lavar ropa, acondicionar el aire, mezclar alimentos, freír, etc.

Encerrado *(Enclosed).* Rodeado por una caja, carcasa, cerca o paredes, que impiden que las personas entren accidentalmente en contacto con las partes energizadas.

Energizado. Conectado eléctricamente a una fuente de tensión o que es una fuente de tensión.

Ensamble con múltiples salidas. Tipo de canalización superficial, empotrada o autosoportada, diseñada para contener conductores y receptáculos, ensamblados en sitio o en fábrica.

Envolvente, Cubierta, Caja, Envoltura o Gabinete *(enclosure).* Caja o carcasa de un aparato, o la cerca o paredes que rodean una instalación para evitar que las personas puedan entrar en contacto accidental con partes energizadas, o para proteger los equipos contra daños físicos.

> **NOTA**: Véase la Tabla 110.20 para ejemplos de tipos de envolventes (enclosures).

Gabinete de acceso manual. Envolvente para uso en sistemas subterráneos que tienen un fondo abierto o cerrado y cuyo tamaño le permite al personal alcanzarlo, pero no ingresar en él, con el propósito de instalar, operar o mantener el equipo o el alambrado, o ambos.

Equipo. Término general que incluye los materiales, herrajes, dispositivos, artefactos, luminarias, aparatos, maquinaria y similares utilizados como parte de, o en conexión con una instalación eléctrica.

Equipo antideflagrante (equipo a prueba de explosión*).* Equipo encerrado en una caja que es capaz de resistir la explosión de un gas o vapor especificados que pueda ocurrir en su interior, y de evitar la ignición del gas o vapor especificado que rodee la Gabinete, por causa de chispas, arcos o la explosión del gas o vapor en su interior; y que opera a temperaturas externas tales que, la atmósfera inflamable circundante no se encenderá a causa de ellas.

> **NOTA:** Para información adicional, véase la Norma ANSI/UL 1203-1999 Explosion Proof and Dust-Ignition-Proof Electrical Equipment for Use in Hazardous (Classified) Locations.

Equipo de acometida. Equipo necesario, que consiste generalmente en un(os) interruptor(es) automático(s), o interruptor(es) y fusible(s), con sus accesorios, conectado(s) al extremo de carga de los conductores de acometida a un edificio u otra estructura u otra área designada, y destinado para constituir el control principal y de desconexión del suministro.

Equipo de comunicaciones. Equipo electrónico que ejecuta las operaciones de telecomunicaciones para la transmisión de audio, video y datos y que incluye equipo de potencia (por ejemplo convertidores, inversores y baterías) y equipo de soporte técnico (como computadores).

Equipo de utilización. Equipo que utiliza la energía eléctrica con propósitos electrónicos, electromecánicos, químicos, de calefacción, de alumbrado o similares.

Equipo sellable. Equipo encerrado en una caja o gabinete, que tiene medios de sellado o bloqueo, de modo que no se puede acceder a sus partes vivas sin antes abrir el Gabinete. El equipo puede o no

ser operable sin abrir el Gabinete.

Escaparate. Cualquier ventana utilizada o diseñada para la presentación de productos o material publicitario, que está total o parcialmente cerrada o totalmente abierta por detrás y que puede tener o no una plataforma elevada a un nivel superior al del piso de la calle.

Estructura. Aquello que se ha edificado o construido.

Etiquetado. Equipos o materiales a los que se ha colocado una etiqueta, símbolo u otra marca de identificación de un organismo aceptado por la autoridad con jurisdicción, y que se ocupa de la evaluación de productos, realiza inspecciones periódicas de la producción de equipos o materiales etiquetados, y por cuyo etiquetado el fabricante indica que cumple de manera específica con las normas o características de funcionamiento específicas.

Expuesto (como se aplica a las partes vivas). Que por descuido puede ser tocado por una persona o que es posible que ella pueda aproximarse a él a una distancia menor que la de seguridad. Se aplica a las partes que no están adecuadamente resguardadas, separadas o aisladas eléctricamente.

Expuesto (como se aplica a los métodos de alambrado). Colocado sobre una superficie o asegurado a ella o detrás de paneles diseñados para permitir el acceso.

Factor de demanda. Relación entre la demanda máxima de un sistema, o parte del mismo, y la carga total conectada al sistema o a una parte del mismo en estudio.

Foso de ascensor. Cubo, pozo, hueco u otra abertura o espacio vertical diseñado para la operación de un ascensor o de un montaplatos.

Frente muerto. Sin partes vivas expuestas a las personas en el lado de operación del equipo.

Gabinete. Cubierta, encerramiento o caja diseñada para montaje superficial o empotrado y consta de un marco o contramarco, del cual se sostiene(n) o puede(n) sostener una(s) puerta(s) de bisagra.

Garaje. Edificio o parte de éste en el que se guardan uno o más vehículos autopropulsados, con propósitos de uso, venta, almacenamiento, renta, reparación, exhibición o demostración.

> **NOTA**: Para los garajes comerciales, talleres de reparación y almacenamiento, véase el Artículo 511.

Guardarropa. Habitación o espacio no habitables destinados principalmente al almacenamiento de ropa y prendas de vestir.

Habitación de huéspedes. Alojamiento que combina instalaciones para descansar, dormir, sanitarias y de almacenamiento dentro de un compartimiento.

Hermético a la lluvia. Construido o protegido de tal manera que la exposición a la lluvia batiente no dé como resultado la entrada de agua bajo condiciones de ensayo especificadas.

Hermético al agua. Construido de manera que la humedad no entre en el Gabinete bajo las

condiciones de ensayo especificadas.

Hermético al polvo. Construido de modo que el polvo no entre en la caja cerrada en las condiciones de ensayo especificadas.

Herraje. Accesorio tal como una tuerca, boquilla u otra parte de una instalación eléctrica destinado principalmente a realizar una función mecánica más que una función eléctrica.

Identificado (como se aplica a los equipos). Reconocible como adecuado para un propósito, función, uso, ambiente, aplicación, etc., específicos, cuando se describe en un requisito particular de este Código.

> **NOTA**: Algunos ejemplos de formas de determinar la conveniencia de un equipo para un propósito, ambiente o aplicación específicos, incluyen las investigaciones por parte de un laboratorio de ensayos calificado listado y etiquetado, una agencia de inspección u otras organizaciones dedicadas a la evaluación de productos.

Iluminación colgante. Hilera de luces exteriores suspendidas entre dos puntos.

Iluminación de contorno. Conjunto de lámparas incandescentes, o de iluminación de descarga eléctrica u otras fuentes de luz alimentadas eléctricamente que delimitan o llaman la atención sobre determinadas características, como la forma de un edificio o la decoración de una ventana.

Interruptor automático. Dispositivo diseñado para que abra y cierre un circuito de manera no automática, o para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada, sin daños para sí mismo cuando esté aplicado correctamente dentro de su alcance nominal.

> **NOTA**. Los medios de apertura automática pueden ser: integrados, de acción directa con el interruptor automático, o situados a distancia del mismo (remotos).

Ajustable (como se aplica a interruptores automáticos). Calificativo que indica que el interruptor automático se puede ajustar para que se dispare a diversos valores de corriente, de tiempo o ambos, dentro de un intervalo predeterminado.

Disparo instantáneo (como se aplica a interruptores automáticos). Calificativo que indica que deliberadamente no se introduce un retardo en la acción de disparo del interruptor automático.

Tiempo inverso (como se aplica a interruptores automáticos). Calificativo que indica que deliberadamente se introduce un retardo en la acción de disparo del interruptor automático, retardo que disminuye a medida que aumenta la magnitud de la corriente.

No ajustable (como se aplica a interruptores automáticos). Calificativo que indica que el interruptor automático no tiene ningún ajuste que altere el valor de la corriente a la cual se dispara o el tiempo necesario para su operación.

Ajuste (de interruptores automáticos). Valor de la corriente, del tiempo, o de ambos, al cual se regula un interruptor automático ajustable para que dispare.

Interruptor de acción rápida y uso general. Clase de interruptor de uso general construido de manera que se pueda instalar en cajas de dispositivos, en las cubiertas de las cajas, o de otro modo usado junto con sistemas de alambrado reconocidos por este Código.

Interruptor de circuito de motores. Interruptor con su valor nominal expresado en caballos de fuerza, capaz de interrumpir la máxima corriente de sobrecarga operativa de un motor del mismo valor nominal en caballos de fuerza que el interruptor a la tensión nominal.

Interruptor de circuito contra fallas a tierra (GFCI). Dispositivo destinado a la protección de las personas, que funciona desenergizando un circuito o parte de éste dentro de un período de tiempo determinado, cuando una corriente a tierra supera los valores establecidos para un dispositivo de Clase A.

> **NOTA:** Los interruptores de circuito contra fallas a tierra de Clase A se disparan cuando la corriente a tierra es de 6 mA o más y no se disparan cuando la corriente a tierra es inferior a 4 mA. Para información adicional, véase la norma UL 943, Standard for Ground-Fault Circuit Interrupters.

Interruptor de transferencia). Dispositivo automático o no automático para transferir las conexiones de uno o más conductores de carga de una fuente de alimentación a otra.

Interruptor de uso general. Interruptor diseñado para usarse en circuitos de distribución general y ramales. Su valor nominal se da en amperios y es capaz de interrumpir su corriente nominal a su tensión nominal.

Inversor interactivo con la compañía de electricidad. Inversor proyectado para su uso en paralelo con la compañía eléctrica, para alimentar cargas comunes que pueden suministrar energía a la compañía de electricidad.

Líquido volátil inflamable. Líquido inflamable con punto de inflamación inferior a 38° C (100° F), o líquido inflamable cuya temperatura excede su punto de inflamación, o líquido combustible de Clase II cuya presión de vapor no supera los 276 kPa (40 psia) a 38° C (100° F) y cuya temperatura está por encima de su punto de inflamación.

Listado (Certificado) *(Listed).* Equipos, materiales o servicios incluidos en un listado (certificado) publicado por una organización aceptada por la autoridad con jurisdicción, que se dedica a la evaluación de productos o servicios, y que realiza inspecciones periódicas de la producción de los equipos o materiales listados, o la evaluación periódica de servicios, y cuyo listado establece que el equipo, material o servicio cumple las normas debidamente establecidas o que ha sido probado y encontrado apto para un propósito específico.

> **NOTA:** La manera de identificar los equipos listados puede variar entre los organismos que realizan evaluación de producto. Algunos de ellos no reconocen los equipos como listados si no están además etiquetados. El uso del sistema empleado por la organización certificadora permite que la autoridad con jurisdicción identifique un producto listado.

Lugar húmedo. Lugares protegidos de la intemperie y que no están sometidos a saturación con agua u otros líquidos pero están expuestos a grados moderados de humedad. Ejemplos de tales lugares

incluyen sitios parcialmente protegidos bajo aleros, marquesinas, porches abiertos pero cubiertos y sitios similares, y lugares interiores sometidos a un grado moderado de humedad como algunos sótanos, graneros y bodegas refrigeradas.

Lugar mojado. Instalaciones subterráneas o de baldosas de concreto o mampostería en contacto directo con la tierra, en lugares expuestos a saturación de agua u otros líquidos, como las áreas de lavado de vehículos y los lugares expuestos a la intemperie y no protegidos.

Lugar seco. Lugar no sometido normalmente a la humedad a ser mojado. Un lugar clasificado como seco puede estar sujeto temporalmente a la humedad o a ser mojado, como en el caso de un edificio en construcción.

Luminaria. Unidad completa de iluminación que consiste en una fuente de luz, como una o varias lámparas, junto con las partes diseñadas para posicionar la fuente de luz y conectarla a la fuente de alimentación. También puede incluir las partes que protegen la fuente de luz o el balastro y aquellas para distribuir la luz. Un portalámpara por sí mismo no es una luminaria.

Medios de desconexión. Dispositivo, o grupo de dispositivos, u otros medios por los cuales los conductores de un circuito se pueden desconectar de su fuente de alimentación.

No automático. Acción que requiere la intervención de personal para su control. Aplicado a un controlador eléctrico, el control no automático no supone necesariamente un controlador manual, sino únicamente que es necesaria la intervención de personal.

No puesto a tierra. No conectado a tierra ni a un cuerpo conductor que extienda la conexión a tierra.

Oculto. Que resulta inaccesible por causa de la estructura o del acabado del edificio. Los cables en canalizaciones ocultas se consideran ocultos, aun cuando puedan ser accesibles retirándolos fuera de las canalizaciones.

Operable desde afuera. Que se puede accionar sin que el operario se exponga al contacto con las partes vivas.

Panel de distribución. Panel o grupo de paneles diseñados para ensamblarse en forma de un solo panel; incluyendo las barras conductoras, los dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente; y está equipado con o sin interruptores para el control de circuitos de alumbrado, calefacción o potencia; está diseñado para ser instalado en un gabinete o cubierta, montado en o contra una pared o división, u otro soporte y accesible sólo por el frente.

Pararrayos *(Surge Arrester)*. Dispositivo de protección para limitar el impulso de tensión mediante la descarga o la derivación de la corriente transitoria; también evita el flujo continuo de la corriente residual mientras conserva la capacidad de repetir estas funciones.

Partes vivas. Componentes conductores energizados.

Permiso especial. Consentimiento otorgado por escrito, expedido por la autoridad con jurisdicción.

Persona calificada. Persona con habilidades y conocimientos relacionados con la construcción y el funcionamiento de las instalaciones y los equipos eléctricos y que ha recibido capacitación en seguridad para reconocer y evitar los peligros implicados.

NOTA: Consúltese la norma NFPA 70E® - 2004, Standard for Electrical Safety in the Workplace, para información sobre los requisitos de la capacitación en seguridad eléctrica.

Protección contra fallas a tierra de equipos. Sistema destinado a proteger los equipos contra corrientes peligrosas debidas a fallas de fase a tierra. Funciona haciendo que un medio de desconexión abra todos los conductores no puestos a tierra del circuito afectado. Esta protección se brinda a niveles de corriente inferiores a los necesarios para proteger a los conductores de daños, mediante el funcionamiento de un dispositivo de sobrecorriente del circuito de alimentación.

Protector térmico (como se aplica a motores). Dispositivo protector que se monta como parte integral de un motor o motocompresor que, cuando está aplicado correctamente, protege el motor contra sobrecalentamientos peligrosos debidos a sobrecargas y fallas para arrancar.

NOTA: El protector térmico puede constar de uno o más elementos sensores integrados al motor o motocompresor y de un dispositivo externo de control.

Protegido térmicamente (como se aplica a motores). Cuando las palabras "Protegido térmicamente" aparecen en la placa de características de un motor o motocompresor indican que el motor tiene un protector térmico incorporado.

Puente de unión. Conductor confiable que asegura la conductividad eléctrica necesaria entre las partes metálicas que deben estar conectadas eléctricamente.

Puente de unión, equipos. Conexión entre dos o más partes del conductor de puesta a tierra de equipos.

Puente de unión, principal. Conexión en la acometida, entre el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra de equipos.

Puesto a tierra (puesta a tierra). Conectado (conexión) a tierra o a cualquier cuerpo conductor que extienda la conexión a tierra.

Puesto a tierra, sólidamente. Conectado a tierra sin insertar ninguna resistencia ni dispositivo de impedancia.

Punto de acometida. Punto de conexión entre las instalaciones de la empresa distribuidora de energía y el alambrado del inmueble.

Punto neutro. Punto común en una conexión en estrella en un sistema polifásico, o punto medio en un sistema monofásico trifilar, o punto medio de una porción monofásica de un sistema delta trifásico, o punto medio de un sistema de corriente continua trifilar.

NOTA: En el punto neutro del sistema, la suma vectorial de las tensiones nominales de todas las otras fases dentro del sistema que utiliza el neutro, con respecto al punto neutro, tiene potencial cero.

Receptáculo. Dispositivo de contacto instalado en la salida o tomacorriente para que se conecte a él una clavija de conexión individual. Un receptáculo individual es un dispositivo de contacto individual sin

ningún otro dispositivo de contacto en el mismo yugo (horquilla). Un receptáculo múltiple es un dispositivo simple o individual que contiene dos o más receptáculos.

Red de generación y distribución de energía. Equipo e instalaciones para la generación, distribución y utilización de energía eléctrica, tales como los sistemas de empresas de electricidad que entregan energía eléctrica a las cargas conectadas que son externas a y no controladas por un sistema interactivo.

Resguardado. Cubierto, blindado, cercado, encerrado o protegido de otra manera por medio de cubiertas, carcasas, barreras, rieles, pantallas, rejillas o plataformas adecuadas para eliminar la posibilidad de aproximación o contacto de personas u objetos a un punto peligroso.

Salida *(Outlet).* Punto de una instalación eléctrica en el que se toma corriente para suministrarla a un equipo de utilización.

Salida de energía eléctrica *(Power Outlet).* Ensamble encerrado en el que puede haber receptáculos, interruptores automáticos, portafusibles, interruptores con fusibles, barras de conexión y medios de montaje de medidores de watt-hora, destinado a suministrar y controlar energía eléctrica a casas móviles, vehículos recreativos, estacionamientos de remolques o botes, o para servir como medio de distribución de la energía eléctrica requerida para operar equipos móviles o instalados provisionalmente.

Salida para alumbrado *(Lighting Outlet).* Salida destinada para la conexión directa de un portalámpara o de una luminaria.

Salida para receptáculo (Receptacle Outlet). Salida en la que se instalan uno o más receptáculos.

Separado (como se aplica a un lugar). No accesible fácilmente por las personas, a menos que se utilicen medios de acceso especiales.

Servicio continuo. Funcionamiento a una carga sustancialmente constante durante un tiempo indefinidamente largo.

Servicio de corta duración. Funcionamiento a una carga sustancialmente constante durante un periodo corto, definido y específico de tiempo.

Servicio intermitente. Funcionamiento durante intervalos alternativos de (1) carga y sin carga, o (2) carga y reposo, o (3) carga, sin carga y reposo.

Servicio periódico. Funcionamiento intermitente en el que se repiten periódicamente las condiciones de carga.

Servicio variable. Funcionamiento a cargas y durante intervalos de tiempo, sometidos ambos a grandes variaciones.

Sistema derivado separado. Sistema de alambrado de un inmueble cuya energía procede de una fuente de energía eléctrica o de un equipo diferente de la acometida. Tales sistemas no tienen conexión eléctrica directa para alimentar los conductores que procedan de otro sistema, incluido el conductor del circuito

sólidamente puesto a tierra.

Sistema interactivo. Sistema de generación de energía eléctrica que está operando en paralelo con y que puede suministrar energía a un sistema primario de alimentación eléctrica.

Sistema solar fotovoltáico. Todos los componentes y subsistemas que, combinados, convierten la energía solar en energía eléctrica adecuada para la conexión de una carga de utilización.

Sobrecarga. Funcionamiento de un equipo por encima de su capacidad nominal de plena carga, o de un conductor por encima de su ampacidad nominal que, cuando persiste durante un tiempo suficientemente largo, podría causar daños o un calentamiento peligroso. Una falla como un cortocircuito o una falla a tierra no es una sobrecarga.

Sobrecorriente. Cualquier corriente que supere la corriente nominal de un equipo o la ampacidad de un conductor. Puede ser el resultado de una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra.

> NOTA: Una corriente superior a la nominal puede ser absorbida por algunos equipos y conductores, para un conjunto de condiciones dadas. Por tanto, las reglas para protección contra sobrecorrientes son específicas para cada situación particular.

Suite de huéspedes. Alojamiento con dos o más habitaciones contiguas, que consta de un compartimiento con o sin puertas entre estas habitaciones y que proporciona instalaciones para descansar, dormir, sanitarias y de almacenamiento.

Tablero de distribución *(Switchboard).* Panel grande individual, bastidor o ensamble de paneles, en el que se montan, por delante o por detrás, o por ambos, interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otros dispositivos de protección, barras de conexión e instrumentos en general. Los tableros de distribución son accesibles generalmente por delante y por detrás y no están destinados para instalación dentro de gabinetes.

Tablero de potencia con Gabinete. Tablero totalmente encerrado por todos los lados y la parte superior con láminas metálicas (excepto por las aberturas de ventilación y las ventanas de inspección) y que contiene principalmente dispositivos de desconexión o de interrupción de circuitos primarios, de potencia, o ambos, con barras conductoras y conexiones. El ensamble puede incluir dispositivos de control y auxiliares. El acceso al interior del Gabinete está dado por puertas, cubiertas removibles, o ambas. El tablero de potencia con Gabinete metálico está disponible en construcciones resistentes o no resistentes al arco.
Son accesibles generalmente por delante y por detrás y no están destinados para instalación dentro de gabinetes.

Tensión (de un circuito). La mayor diferencia de potencial raíz media cuadrática (eficaz, rms) entre dos conductores cualesquiera de un circuito considerado.

> **NOTA**: Algunos sistemas, como los trifásicos tetrafilares, monofásicos trifilares y de corriente continua trifilares, pueden tener varios circuitos a varias tensiones.

Tensión a tierra. Para circuitos puestos a tierra, es la tensión entre un conductor dado y el punto o conductor del circuito que está puesto a tierra; para los circuitos no puestos a tierra, es la mayor tensión entre el conductor dado y cualquier otro conductor del circuito.

Tensión, nominal. Valor nominal asignado a un circuito o sistema para designar convenientemente su clase de tensión (por ejemplo: 120 /240 voltios, 480Y/277voltios, 600 voltios. La tensión real a la que funciona un circuito puede variar con respecto a la nominal dentro de un margen que permita el funcionamiento satisfactorio del equipo.

> **NOTA**: Véase la norma ANSI C84.1-2006, Voltage Ratings for Electric Power Systems and Equipment (60 Hz).

Terminación de unión entre sistemas. Dispositivo que proporciona un medio para conectar el(los) conductor(es) de puesta a tierra del sistema(s) de comunicaciones y el (los) conductor(es) de unión al equipo de acometida o a los medios de desconexión para edificios o estructuras alimentadas por un alimentador o un circuito ramal.

Tierra *(Ground).* La tierra.

Unidad de cocción, para montar o sobreponer. Electrodoméstico de cocina diseñado para ser montado en o sobre un mostrador o mueble y que consta de una o más hornillas, alambrado interno y controles incorporados o montados por separado.

Unidad de vivienda. Unidad individual que brinda instalaciones completas e independientes de vivienda para una o más personas, que incluye instalaciones permanentes para descansar, dormir, cocinar y sanitarias.

Unido (Unión*).* Conectado para establecer continuidad y conductividad eléctricas.

Ventilado. Equipado con medios que permiten la circulación de aire, suficiente para eliminar el exceso de calor, humos o vapores.

Vivienda bifamiliar. Edificio que consta solamente de dos unidades de vivienda.

Vivienda multifamiliar. Edificio que consta de tres o más unidades de vivienda.

Vivienda unifamiliar. Edificio que consta solamente de una unidad de vivienda.

Parte II. Instalaciones de tensión nominal superior a 600 voltios

Mientras que las anteriores definiciones se aplican siempre que los términos se utilicen en este Código, las siguientes definiciones son aplicables únicamente a la parte del artículo que trata específicamente de instalaciones y equipos que operen a tensiones nominales superiores a 600 voltios.

Dispositivo de interrupción. Dispositivo diseñado para cerrar, abrir (o ambos) a uno o más circuitos eléctricos.

Interruptor automático *(Circuit Breaker).* Dispositivo de interrupción capaz de establecer, transportar e interrumpir corrientes en condiciones normales del circuito; y de establecer y transportar corriente durante un tiempo determinado, y de interrumpir corrientes en determinadas condiciones anormales, como en caso de cortocircuito.

Cortacircuito. Ensamble de un soporte para fusible con un portafusible, o una cuchilla de desconexión. El portafusible puede incluir un elemento conductor (elemento fusible) o puede actuar como la cuchilla de desconexión al incluir un elemento no fusible.

Medios de desconexión. Dispositivo, grupo de dispositivos u otros medios a través de los cuales los conductores de un circuito pueden ser desconectados de su fuente de alimentación.

Desconector (separador) (Interruptor (Desconector, Separador). Dispositivo mecánico de maniobra usado para separar un circuito o equipo de una fuente de potencia.

Interruptor Desconector. Interruptor capaz de establecer, conducir e interrumpir corrientes especificadas.

Cortacircuito en aceite (cortacircuito lleno de aceite). Cortacircuito en el cual todo o parte del soporte para fusible y su elemento fusible o cuchilla de desconexión, están montados en aceite con inmersión completa de los contactos y de la parte fundible del elemento conductor (elemento fusible), de modo que la interrupción del arco por la rotura del elemento fusible o la apertura de los contactos, ocurrirá dentro del aceite.

Interruptor en aceite. Interruptor cuyos contactos operan sumergidos en aceite (o askarel o en otro líquido adecuado).

Seccionador de derivación de un regulador. Dispositivo específico o combinación de dispositivos diseñados para establecer un puente (bypass) a un regulador.

Fusible. Dispositivo de protección contra sobrecorriente con una parte fundible de apertura de un circuito, que se calienta y rompe por el paso de una sobrecorriente a través de ella.

> **NOTA:** Un fusible comprende todas las partes que forman una unidad capaz de realizar las funciones prescritas. Puede ser o no el dispositivo completo necesario para conectarlo a un circuito eléctrico.

Fusible de potencia de ventilación controlada. Fusible con la previsión para controlar la descarga de la interrupción del circuito, de modo que no se puedan expulsar materias sólidas a la atmósfera que los rodea.

> **NOTA:** Este fusible está diseñado para que los gases liberados no incendien o dañen el aislamiento en la trayectoria de la descarga, ni propaguen un arco a o entre los elementos puestos a tierra o elementos conductores en la trayectoria de la descarga, cuando la distancia entre el escape de ventilación y dichos elementos de aislamiento o conducción cumpla las recomendaciones del fabricante.

Unidad fusible de expulsión (fusible de expulsión). Unidad fusible ventilada en la cual el efecto de expulsión de los gases producidos por el arco y el recubrimiento interno del portafusible, solo o con la ayuda de un resorte, extingue el arco.

Fusible de potencia no ventilado. Fusible sin la previsión intencional para el escape de los gases del arco, de líquidos o de partículas sólidas a la atmósfera durante la interrupción del circuito.

Unidad fusible de potencia. Unidad fusible ventilada, no ventilada o de ventilación controlada, en la cual el arco se extingue al ser expulsado a través de un material sólido, granulado o líquido, solo o con ayuda de un resorte.

Fusible de potencia ventilado. Fusible con medios para el escape de los gases del arco, líquidos o partículas sólidas a la atmósfera circundante durante la interrupción del circuito.

Fusible accionado electrónicamente. Dispositivo de protección contra sobrecorriente que consta generalmente de un módulo de control que proporciona la detección de corriente, características tiempo-corriente obtenidas electrónicamente, energía para iniciar el disparo y un módulo de interrupción que interrumpe la corriente cuando se produce una sobrecorriente. Los fusibles accionados electrónicamente pueden funcionar o no en un modo de limitación de corriente, según el tipo de control seleccionado.

Fusible múltiple. Ensamble de dos o más fusibles monopolares.

Artículo 110
Requisitos para instalaciones eléctricas

I. Generalidades

110.1 Alcance. Este artículo abarca los requisitos generales para el examen y aprobación, instalación, uso, y acceso a los espacios alrededor de los conductores y equipos eléctricos; o envolventes *(enclosures)* destinados al ingreso de personal e instalaciones en túneles.

110.2 Aprobación. Los conductores y equipos exigidos o permitidos por este Código serán aceptables sólo si están aprobados.

> **Nota**: Véase la Sección 90-7, Examen de las condiciones de seguridad de los equipos, y la Sección 110-3, Examen, identificación, instalación y uso de los equipos. Véanse también las definiciones de "Aprobado", "Identificado", "Etiquetado y listado".

110.3 Examen, identificación, instalación y uso del equipo.

(A) Examen.

Al juzgar un equipo, se deben evaluar consideraciones como las siguientes:

(1) Conveniencia para su instalación y uso de conformidad con las disposiciones de este Código.

> **Nota**. La conveniencia del uso de un equipo puede ser identificada mediante una descripción marcada en o suministrada con un producto, que permite identificar la conveniencia de ese producto para un uso, medio ambiente o aplicación específicos. La conveniencia de un equipo puede demostrarse mediante su listado o su etiquetado.

(2) Su resistencia mecánica y durabilidad, incluida la calidad de la protección suministrada, para las partes diseñadas para encerrar y proteger otro equipo.

(3) El espacio para el doblez de alambres y doblar y conectar alambres para hacer las conexiones.

(4) El aislamiento eléctrico.

(5) Los efectos del calentamiento en condiciones normales de uso y también en condiciones anormales que puedan presentarse durante el servicio.

(6) Los efectos de los arcos eléctricos.

(7) Su clasificación por tipo, tamaño, tensión, capacidad de corriente y uso específico.

(8) Otros factores que contribuyan a la salvaguarda de las personas que utilicen o que puedan entrar en contacto con el equipo.

(B) Instalación y uso. Los equipos listados o etiquetados se deben instalar y usar de acuerdo con las instrucciones incluidas en el listado o etiquetado.

110.4 Voltajes. A lo largo de este Código, las tensiones o voltajes considerados deben ser aquellos a los que funcionan los circuitos. La tensión nominal de un equipo eléctrico no debe ser inferior a la tensión nominal del circuito al que está conectado.

110.5 Conductores. Los conductores normalmente utilizados para transportar corriente deben ser de cobre, a no ser que en este Código se indique otra cosa. Si no se especifica el material del conductor, el material y los calibres que se den en este Código se deben aplicar a conductores de cobre. Si se utilizan otros materiales, los calibres se deben cambiar conforme a su equivalencia.

110.6 Calibre de los conductores. Los calibres de los conductores se expresan en AWG (American Wire Gage) o en mils circulares.

110.7 Integridad del alambrado. Las instalaciones de alambrado en el momento de quedar terminadas deben estar libres de cortocircuitos, fallas a tierra o cualquier conexión a tierra diferente de lo exigido o permitido en este Código.

110.8 Métodos de alambrado. En este Código sólo se incluyen los métodos de alambrado reconocidos como adecuados. Estos métodos de alambrado se permitirán instalar en cualquier tipo de edificio u ocupación, siempre que en este Código no se indique lo contrario.

110.9 Corriente nominal de interrupción. Los equipos destinados a interrumpir las corrientes de falla deben tener un rango nominal de interrupción suficiente para la tensión nominal del circuito y para la corriente existente en los terminales de línea del equipo.
Los equipos destinados para interrumpir la corriente a otros niveles distintos de falla, deben tener rango de interrupción a la tensión nominal del circuito, suficiente para la corriente que se debe interrumpir.

110.10 Impedancia del circuito y otras características. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, la impedancia total, los componentes de la corriente nominal de cortocircuito de los componentes y otras características del circuito que se va a proteger, se deben elegir y coordinar de modo que permitan que los dispositivos para protección del circuito utilizados para eliminar una falla, lo hagan sin que se produzcan daños extensos de los componentes eléctricos del circuito. Se debe considerar que la falla puede ocurrir entre dos o más conductores del circuito o entre cualquier conductor del circuito y el conductor de puesta a tierra o la canalización metálica que los contiene. Se debe considerar que los productos listados, utilizados de acuerdo con su listado, cumplen con los requisitos de esta Sección.

110.11 Agentes deteriorantes. A menos que estén identificados para ser usados en el ambiente en que van a operar, no se deben instalar conductores ni equipos en lugares húmedos o mojados, o donde puedan estar expuestos a gases, humos, vapores, líquidos u otros agentes que tengan un efecto deteriorante sobre los conductores o los equipos, o donde puedan estar expuestos a temperaturas excesivas.

Nota No. 1: Véase la Sección 300.6, con respecto a la protección contra corrosión.

Nota No.2: Algunos compuestos de limpieza y lubricación pueden causar deterioro grave a muchos materiales plásticos usados en aplicaciones aislantes y estructurales en equipos.

Los equipos no identificados para uso en exterior y el equipo identificado para uso interior únicamente, por ejemplo en "lugares secos", "para uso interior únicamente", en "lugares húmedos" o Envolventes *(enclosures)* de tipos 1, 2, 5, 12, 12K y/o 13 se deben proteger contra daños permanentes causados por estar a la intemperie durante la construcción del edificio.

Nota No. 3: Véase la Tabla 110.20 con respecto a las denominaciones adecuadas de los tipos de Gabinete.

110.12 Ejecución mecánica del trabajo. Los equipos eléctricos se deben instalar de manera precisa, limpia, bien terminado y profesional.

Nota: Las prácticas industriales aceptadas se describen en la norma ANSI/NECA 1-2006, Standard Practices for Good Workmanship in Electrical Contracting, y otras normas de instalación ANSI aprobadas.

(A) Aberturas no utilizadas. Las aberturas no utilizadas, diferentes de las destinadas a la operación del equipo, aquellas con propósitos de montaje o las permitidas como parte del diseño de equipo listado, deben estar cerradas para que ofrezcan una protección sustancialmente equivalente a la pared del equipo. Cuando se utilicen placas o tapones metálicos con Envolventes *(enclosures)* no metálicos, éstos deben estar embebidos por lo menos 6 mm (¼ de pulgada) con respecto a la superficie exterior del Gabinete.

(B) Integridad de los equipos y de las conexiones eléctricas. Las partes internas de los equipos eléctricos, tales como barras colectoras, terminales de alambrado, aisladores y otras superficies, no deben ser dañadas o contaminadas por materiales ajenos como pintura, yeso, limpiadores, abrasivos o residuos corrosivos. No debe haber partes dañadas que puedan afectar negativamente el funcionamiento seguro ni la resistencia mecánica de los equipos, tales como piezas rotas, dobladas, cortadas, o deterioradas por la corrosión, por agentes químicos o por recalentamiento.

110.13 Montaje y enfriamiento de los equipos.

(A) Montaje. Los equipos eléctricos se deben fijar firmemente a la superficie sobre la que se van a montar. No se deben utilizar tarugos de madera en agujeros en mampostería, concreto, yeso o materiales similares.

(B) Enfriamiento. El equipo eléctrico que dependa de la circulación natural del aire y de los principios de la convección para el enfriamiento de las superficies expuestas, se debe instalar de modo que no se impida la circulación del aire sobre dichas superficies por paredes o por equipos instalados adyacentes. Para los equipos diseñados para montarse en el suelo, se deben dejar espacios libres entre las superficies superiores y las adyacentes, para que se disipe el aire caliente que circula hacia arriba.
El equipo eléctrico dotado con aberturas de ventilación se debe instalar de modo que las paredes u otros obstáculos no impidan la libre circulación del aire a través del equipo.

110.14 Conexiones eléctricas. Debido a que metales distintos tienen características diferentes, los dispositivos tales como terminales a presión o conectores de empalme a presión y lengüetas soldadas se deben identificar en cuanto al material del conductor y se deben instalar y usar adecuadamente. No se deben mezclar, en un terminal o en un conector de empalme, conductores de metales distintos cuando se produzcan contactos físicos entre ellos (como por ejemplo, cobre y aluminio, cobre y aluminio revestido de cobre o aluminio y aluminio revestido de cobre), a menos que el dispositivo esté identificado para ese fin y esas condiciones de uso. Si se utilizan materiales como soldadura, fundentes, inhibidores, y compuestos, estos deben ser adecuados para el uso y deben ser de un tipo que no afecte adversamente los conductores, la instalación o el equipo.

> **Nota**: Muchos terminales y equipo están marcados con la especificación de la torsión a la que deberán apretarse.

(A) Terminales. Debe asegurarse que la conexión de los conductores a los terminales sea buena y completa sin dañar los conductores y debe hacerse por medio de conectores a presión (incluido el tipo de tornillo con rosca), lengüetas soldadas o empalmes a terminales flexibles. Para conductores 10 AWG o menores, se permitirá la conexión por medio de tornillos o pernos de sujeción de cables y tuercas que tengan lengüetas dobladas hacia arriba o equivalentes.
Los terminales para más de un conductor y los terminales utilizados para conectar aluminio, deben estar así identificados.

(B) Empalmes. Los conductores se deben empalmar o unir con dispositivos de empalmes identificados para el uso o con soldadura con metal no ferroso (soldadura fuerte), fusión superficial o soldando con un metal o aleación fusible (soldadura blanda). Los empalmes soldados deben primero unirse o empalmarse de modo que queden mecánica y eléctricamente seguros sin soldadura, para luego ser soldados. Todos los empalmes y uniones y los extremos libres de los conductores se deben cubrir con un aislamiento equivalente al de los conductores, o con un dispositivo aislante identificado para ese fin.
Los conectores o medios de empalme instalados en conductores que van directamente enterrados, deben estar listado para este uso.

(C) Límites de temperatura. La temperatura nominal asociada a la ampacidad de un conductor se debe elegir y coordinar de modo que no supere la temperatura nominal más baja de cualquier terminal, conductor o dispositivo conectado. Se permitirá el uso de conductores con temperatura nominal superior a la especificada para las terminales, para ajuste o corrección de su ampacidad, o ambas cosas.

(1) Disposiciones para el equipo. La determinación de las disposiciones para los terminales del equipo se deben basar en las secciones 110.14(C) (1) (a) o (C) (1) (b). A menos que el equipo esté listado y marcado de forma diferente, la ampacidad del conductor utilizada para determinar las disposiciones para los terminales del equipo se debe basar en la Tabla 310.16 y según las modificaciones adecuadas de la sección 310.15 (B) (6).

> (a) Las disposiciones para los terminales del equipo para circuitos de 100 amperios nominales o menos, o marcados para conductores 14 AWG a 1 AWG, se debe aplicar sólo para uno de los siguientes:
>
> > (1) Conductores con valor nominal de temperatura de 60° C (140° F).
> >
> > (2) Conductores con valores nominales de temperatura mayores, siempre y cuando la ampacidad de estos conductores se determine tomando como

base la ampacidad a 60° C (140° F) del calibre del conductor usado.

(3) Conductores con valores nominales de temperatura mayores, si el equipo está listado e identificado para uso con estos conductores.

(4) Para motores marcados con las letras de diseño B, C, o D, se permitirá el uso de conductores que posean un valor nominal de aislamiento de 75° C (167° F) o superior, siempre y cuando la ampacidad de estos conductores no exceda la ampacidad a 75° C (167° F).

(b) Las disposiciones para los terminales del equipo para circuitos con un valor nominal superior a 100 amperios, o marcados para conductores de tamaño mayor que 1 AWG, se deben usar solamente para uno de los siguientes:

(1) Conductores con temperatura nominal de 75° C (167° F).

(2) Conductores con valores nominales de temperatura más altos, siempre que la ampacidad de tales conductores no exceda la ampacidad a 75° C (167° F) del calibre del conductor usado, o hasta su ampacidad, si el equipo es listado e identificado para uso con estos conductores.

(2) Disposiciones para los conectores separados. Los conectores a presión instalados separadamente se deben utilizar con conductores cuya ampacidad no supere la ampacidad a la temperatura nominal listada e identificada del conector.

Nota: Con respecto a las Secciones 110-14 (C) (1) y (C) (2), la información marcada o listada del equipo puede restringir aún más el calibre y la temperatura nominal de los conductores conectados.

110.15 Marcado de fase alta. En sistemas tetrafilares con conexión delta donde el punto medio del devanado de una fase está puesto a tierra, únicamente el conductor o la barra colectora que tenga la tensión más alta de fase a tierra, se debe marcar de manera durable y permanente mediante un acabado externo que sea de color naranja o mediante otro medio eficaz. Dicha identificación se debe colocar en cada punto del sistema donde se haga una conexión si el conductor puesto a tierra también está presente.

110.16 Protección contra relámpago arco eléctrico *(arc flash hazard warning)*. El equipo eléctrico tal como tableros de distribución, paneles de distribución, paneles de control industrial, envolventes (enclosures) para medidores enchufables y centros de control de motores, que estén en sitios que no son para vivienda y que probablemente requieran de inspección, ajuste, reparación o mantenimiento, mientras esté energizado deben estar marcados en campo para advertir al personal calificado del peligro potencial de relámpago de arco. El marcado debe estar ubicado de manera tal que sea claramente visible para el personal calificado antes de la inspección, el ajuste, la reparación o el mantenimiento del equipo.

Nota No. 1: La norma NFPA 70E-2004, Standard for Electrical Safety in the Workplace, brinda asistencia en la determinación de la severidad de la exposición potencial, en la planificación de las prácticas seguras en el trabajo y en la

selección del equipo de protección personal.

Nota No. 2: La norma ANSI Z535.4-1998, Product Safety Signs and Labels, brinda directrices para el diseño de señales y etiquetas de seguridad para aplicación en productos.

110.18 Partes que forman arcos eléctricos. Las partes del equipo eléctrico que en su funcionamiento normal producen arcos, chispas, llamas o metal fundido, se deben encerrar o separar y alejar de todo material combustible.

Nota: Para lugares (clasificados como) peligrosos véanse los Artículos 500 a 517. Para los motores, véase la Sección 430.14.

110.19 Conductores de fuerza y de alumbrado conectados al sistema de ferrocarril. Los circuitos de fuerza y de alumbrado no se deben conectar a ningún sistema que contenga cables conductores o cables de ferrocarriles con retorno a tierra.

Excepción: Estas conexiones de circuito se deben permitir en carros casa, centrales eléctricas o estaciones de pasajeros y de carga que funcionen en conexión con los ferrocarriles eléctricos.

110.20 Tipos de Gabinetes. Los Gabinetes (diferentes de cercas o muros circundantes) de tableros de distribución, paneles de distribución, paneles de control industrial, centros de control de motores, medidores enchufables y controladores de motores, con tensión nominal no superior a 600 voltios y previstos para tales lugares, deben estar marcados con un número del tipo de gabinete acorde con la Tabla 110.20.

La Tabla 110.20 se debe utilizar para seleccionar los gabinetes para uso en lugares específicos diferentes de los lugares (clasificados como) peligrosos. Los Envolventes *(enclosures)* no están previstos para proteger contra condiciones tales como condensación, formación de hielo, corrosión o contaminación que se puedan presentar dentro del gabinete o que puedan penetrar a través del conduit o de las aberturas sin sellar.

110.21 Marcado. En todos los equipos eléctricos se debe colocar el nombre del fabricante, la marca comercial u otra marca descriptiva mediante la cual se pueda identificar a la empresa responsable del producto. Debe haber otras marcas que indiquen la tensión, la corriente, la potencia eléctrica u otros valores nominales, tal como se especifica en otras secciones de este Código. El marcado debe ser suficientemente durable para resistir las condiciones ambientales involucradas.

110.22 Identificación de los medios de desconexión.

(A) Generalidades. Cada uno de los medios de desconexión debe estar rotulado de modo legible para que indique su propósito, a no ser que estén situados e instalados de modo que ese propósito sea evidente. El marcado debe ser suficientemente durable para resistir las condiciones ambientales involucradas.

(B) Sistemas combinados con supervisión de ingeniería. Donde los interruptores automáticos o los fusibles se apliquen de conformidad con los valores nominales para combinación en serie, seleccionados bajo la supervisión de ingeniería y estén marcados según las indicaciones del ingeniero, el (los) envolvente *(enclosures)* (s) del equipo se debe(n) marcar en el campo, en forma legible, para indicar que el equipo ha sido aplicado con el valor nominal de combinación en serie. La marca debe ser fácilmente visible y debe incluir la siguiente información:

"PRECAUCION – SISTEMA COMBINADO EN SERIE CON SUPERVISIÓN DE INGENIERÍA
CORRIENTE NOMINAL _____ AMPERIOS.
SE REQUIEREN COMPONENTES IDENTIFICADOS DE REPUESTO"

Nota: Véase la Sección 240.86 (A) para los sistemas combinados en serie con supervisión de ingeniería

(C) Sistemas combinados en serie sometidos a ensayo. Cuando los interruptores automáticos o los fusibles se apliquen de conformidad con los valores nominales para combinación en serie marcados en el equipo por el fabricante, el(los) Gabinete (s) del equipo se debe marcar en el campo en forma legible, para indicar que el equipo ha sido aplicado con el valor nominal de combinación en serie. La marca debe ser fácilmente visible y debe incluir la siguiente información:

"PRECAUCION – SISTEMA COMBINADO EN SERIE
CORRIENTE NOMINAL _____ AMPERIOS.
SE REQUIEREN COMPONENTES IDENTIFICADOS DE REPUESTO"

NOTA: Véase la Sección 240.86 (A) para los sistemas combinados en serie sometidos a ensayo.

110.23 Transformadores de corriente. Los transformadores de corriente no utilizados que se asocian con circuitos potencialmente energizados deben estar en cortocircuito.

II. 600 Voltios, nominales o menos

110.26 Espacios alrededor del equipo eléctrico. Se debe proporcionar y mantener suficiente espacio de acceso y de trabajo alrededor de todo el equipo eléctrico, para permitir el funcionamiento y mantenimiento fácil y seguro de dicho equipo.

(A) Espacio de trabajo. El espacio de trabajo para equipo que opera a tensión nominal a tierra de 600 voltios o menos y que pueda requerir de inspección, ajuste, reparación o mantenimiento mientras está energizado, debe cumplir con las dimensiones indicadas en 110.26(A)(1), (A)(2) y (A)(3), o las que se exijan o permitan en alguna otra parte de este Código.

Tabla 110.20. Selección de gabinete:

Proporciona un grado de protección contra las siguientes condiciones ambientales:	Para uso exterior									
	Número del tipo de gabinete									
	3	3R	3S	3X	3RX	3SX	4	4X	6	6P
Contacto eventual con el equipo encerrado	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Lluvia, nieve y aguanieve	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
*Aguanieve **	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-
Polvo movido por el viento	x	-	x	x	-	x	x	x	x	x
Lavado con manguera	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x
Agentes corrosivos	-	-	-	x	x	x	-	x	-	x

Inmersión temporal	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x
Inmersión prolongada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Proporciona un grado de protección contra las siguientes condiciones ambientales:	Para uso en interior									
	Número del tipo de gabinete									
	1	2	4	4x	5	6	6P	12	12K	13
Contacto eventual con el equipo encerrado	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Polvo que cae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Líquidos que caen y salpicadura leve	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Polvo, pelusa, fibras y partículas suspendidas circulares	-	-	x	x	-	x	x	x	x	x
Asentamiento de polvo, pelusa, fibras y partículas suspendidas transportadas por aire	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x
Agua por lavado con manguera y salpicadura	-	-	x	x	-	x	x	-	-	-
Escape de aceite refrigerante	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x
Salpicadura y rociado de aceite o refrigerante	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Agentes corrosivos	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-
Inmersión temporal	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-
Inmersión prolongada	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-

* El mecanismo debe ser operable cuando está cubierto con hielo.

Nota: El término hermético a la lluvia generalmente se usa junto con Envolventes *(enclosures)* tipo 3, 3S, 3SX, 3X, 4, 4X, 6 y 6P. El término a prueba de lluvia generalmente se usa junto con Envolventes *(enclosures)* tipo 3R y 3RX. El término hermético al agua generalmente se usa junto con Envolventes *(enclosures)* tipo 4, 4X, 6, 6P. El término hermético al goteo generalmente se usa junto con Envolventes *(enclosures)* tipo 2, 5, 12, 12K y 13. El término hermético al polvo generalmente se usa junto con Envolventes *(enclosures)* tipo 3, 3S, 3SX, 3X, 5, 12, 12K y 13.

(1) Profundidad del espacio de trabajo. La profundidad del espacio de trabajo en la dirección a las partes vivas no debe ser inferior a la indicada en la Tabla 110-26(A) (1) a menos que cumplan los requisitos que se indican en 110.26(A) (1) (a), (A) (1) (b) o (A) (1) (c). Las distancias deben medirse desde las partes vivas expuestas o desde el gabinete o la abertura si las partes vivas están encerradas.

Tabla 110.26 (A) (1) Espacios de trabajo.

Tensión nominal a tierra (V)	Distancia libre mínima		
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
0 - 150	*914 mm (3 pies)*	*914 mm (3 pies)*	*914 mm (3 pies)*
151 - 600	*914 mm (3 pies)*	*1.07 m (3 pies - 6 pulgadas)*	*1.22 m (4 pies)*

Notas: En donde las condiciones son las siguientes:

Condición 1 - Partes vivas expuestas en un lado del espacio de trabajo y ninguna parte viva puesta a tierra en el otro lado del espacio de trabajo, o partes vivas expuestas a ambos lados del espacio de trabajo que estén resguardadas eficazmente por materiales aislantes.

Condición 2 - Partes vivas expuestas en un lado del espacio de trabajo y partes puestas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo. Las paredes de concreto, ladrillo o baldosa se deben considerar como puestas a tierra.

Condición 3 - Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo.

(a) Ensambles de frente muerto. No exigirá espacio de trabajo en la parte posterior o partes laterales de ensambles, tales como tableros de distribución de frente muerto o centros de control de motores donde todas las conexiones y todas las partes ajustables o renovables, tales como fusibles o interruptores, sean accesibles desde lugares que no sean la parte posterior o los laterales. Donde se requiera de acceso posterior para trabajar en partes no eléctricas en la parte posterior del equipo encerrado, debe existir un espacio mínimo horizontal de trabajo de 762 mm (30 pulgadas).

(b) Baja Tensión. Con permiso especial, se permitirán espacios de trabajo más pequeños, si todas las partes vivas expuestas operan a tensiones no mayores a 30 voltios valor eficaz (rms), 42 voltios de valor pico o 60 voltios corriente continua.

(c) Edificios existentes. En los edificios existentes en los que se esté reemplazado equipo eléctrico, se permitirá un espacio de trabajo como el de la Condición 2 entre tableros de distribución de frente muerto, paneles de distribución o centros de control de motores situados a lo largo del pasillo y entre uno y otro, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que se han adoptado procedimientos escritos que prohíban que se abran al mismo tiempo los equipos a ambos lados del pasillo y que exijan que la instalación sea atendida por personal calificado y autorizado.

(2) Ancho del espacio de trabajo. El ancho del espacio de trabajo en el frente del equipo eléctrico debe ser igual al ancho del equipo o 762 mm (30 pulgadas), el que sea mayor. En todos los casos, el espacio de trabajo debe permitir abrir por lo menos a 90° las puertas o paneles abisagrados del equipo.

(3) Altura del espacio de trabajo. El espacio de trabajo debe estar libre y debe extenderse desde el nivel del suelo o plataforma hasta la altura exigida en la sección 110.26 (E). Dentro de los requisitos de altura de esta sección, permitirá que otros equipos asociados a las instalaciones eléctricas y localizados por arriba o por abajo de éstas se extiendan máximo 150 mm (6 pulgadas) más allá del frente del equipo eléctrico.

(B) Espacios libres. El espacio de trabajo exigido en esta sección no se debe utilizar para almacenamiento. Cuando las partes vivas normalmente encerradas queden expuestas para su inspección o reparación, el espacio de trabajo, si está en un pasillo o en un espacio abierto general, debe estar debidamente resguardado.

(C) Entrada y salida del espacio de trabajo.

(1) Mínimo exigido. Debe haber al menos una entrada de suficiente área que dé acceso al y salida del

espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico.

(2) Equipos grandes. Para equipos de 1,200 amperios nominales o más, y de más de 1.8 m (6 pies) de ancho que contengan dispositivos de protección contra sobrecorriente, dispositivos de interrupción o de control, debe haber una entrada a y una salida del espacio de trabajo exigido de por lo menos 610 mm (4 pulgadas) de ancho y de 2.0 m (6½ pies) de altura en cada extremo del espacio de trabajo. Se permitirá una sola entrada a y salida del espacio de trabajo exigido, donde se cumpla una cualquiera de las condiciones que se indican en las secciones 110.26(C) (2) (a) o (C) (2) (b).

(a) Salida no obstruida. Se permitirá una sola entrada al espacio de trabajo, si el lugar permite una vía continua y no obstruida de desplazamiento hacia la salida.

(b) Espacio adicional de trabajo. Donde la profundidad del espacio de trabajo sea el doble del exigido en la sección 110.26(A) (1), se permitirá una sola entrada. Dicha entrada se debe localizar de forma tal que la distancia desde el equipo hasta el borde más próximo de la entrada no sea inferior a la distancia libre mínima que se especifica en la Tabla 110.26(A) (1) para equipos que funcionan a esa tensión y en esa condición.

(3) Puertas para el personal. Cuando se instalan equipos con capacidad nominal de 1200 A o más que contengan dispositivos de protección contra sobrecorriente, dispositivos de interrupción o de control y haya puerta(s) para el personal destinadas a la entrada y salida del espacio de trabajo a menos de 7.6 m (25 pies) desde el borde más próximo de dicho espacio, la(s) puerta(s) se deben abrir en la dirección de salida y deben tener barras de pánico, placas de presión u otros dispositivos que normalmente están asegurados, pero que se abren bajo presión simple.

(D) Iluminación. Debe haber iluminación suficiente en todos los espacios de trabajo alrededor de los equipos de acometida, tableros de distribución, paneles de distribución o de los centros de control de motores instalados en interiores. No se exigirá salidas adicionales para iluminación, cuando el espacio de trabajo esté iluminado por una fuente de luz adyacente o según lo permita lo indicado en la sección 210.70(A) (1), Excepción No. 1, para receptáculos conmutados. En los cuartos de equipos eléctricos, la iluminación no debe estar controlada únicamente por medios automáticos.

(E) Altura sobre el equipo. La altura mínima de los espacios de trabajo sobre los equipos de acometida, tableros de distribución, paneles de distribución o de los centros de control motores debe ser de 2.0 m (6 ½ pies). Cuando el equipo eléctrico tenga más de 2.0 m (6 ½ pies) de altura, la altura mínima no debe ser inferior a la altura del equipo.

Excepción: En unidades de vivienda existentes, se permiten equipos de acometida o paneles de distribución que no superen los 200 amperios en espacios cuya altura sea inferior a 2.0 m (6 ½ pies).

(F) Espacio dedicado para equipos. Todos los tableros de distribución, paneles de distribución, cuadros de distribución y centros de control de motores, se deben ubicar en espacios dedicados para ese uso, y se deben proteger contra daños.

Excepción: Se permitirá que el equipo de control que por su propia naturaleza o que por las exigencias de otras reglas de este Código, deba estar adyacente a

o a la vista desde la maquinaria que opera, se instale en tales lugares.

(1) Interior. Para instalaciones interiores, se debe cumplir con lo que se indica en las secciones 110.26 (F) (1) (a) hasta (F) (1) (d).

(a) Espacio dedicado a la instalación eléctrica. El espacio igual al ancho y a la profundidad del equipo, y que se extiende desde el piso hasta una altura de 1.8 m (6 pies) sobre el equipo o hasta el cielo raso estructural, el que sea menor, se debe dedicar a la instalación eléctrica. En esta zona no se deben ubicar tuberías, conductos, aparatos de protección contra fugas ni otros equipos ajenos a la instalación eléctrica.

Excepción: Los cielos rasos suspendidos con paneles removibles se permiten dentro de la zona de 1.8 m (6 pies).

(b) Sistemas ajenos. Se permite que el área por encima del espacio dedicado exigido en la sección 110.26 (F) (1) (a), contenga sistemas ajenos siempre que se instale la protección para evitar daño al equipo eléctrico debido a condensación, fugas o rupturas en esos sistemas ajenos.

(c) Protección con aspersor. Se permitirá protección con aspersor en el espacio dedicado, si la tubería cumple con lo establecido en esta sección.

(d) Cielo rasos suspendidos. No se considera como cielo raso estructural un cielo raso en declive, suspendido o similar, que no añada resistencia a la estructura del edificio.

(2) Exterior. El equipo eléctrico exterior se debe instalar en Gabinetes adecuados y debe estar protegido contra el contacto accidental de personal no autorizado, contra el tráfico vehicular, o contra fugas o escapes de sistemas de tuberías. El espacio libre de trabajo debe incluir la zona descrita en la sección 110-26(A). En esta zona no se deben colocar accesorios de tipo arquitectónico ni otros equipos.

(G) Envolventes *(enclosures)* o cuartos de equipo eléctrico con cerraduras. Los Envolventes *(enclosures)* que albergan aparatos eléctricos o los cuartos de equipo eléctrico que se controlan por medio de cerradura(s) se consideran accesibles para el personal calificado.

110.27 Resguardo de partes vivas

(A) Partes vivas resguardadas contra contacto accidental. A menos que en este Código se exija o autorice algo diferente, las partes vivas de los equipos eléctricos que funcionen a 50 voltios o más, deben estar protegidas contra contactos accidentales por medio de Envolventes *(enclosures)* aprobados o por cualquiera de los siguientes medios:

(1) Ubicándolas en un cuarto, bóveda o Envolventes *(enclosures)* similar, accesible sólo a personal calificado.

(2) Mediante divisiones adecuadas, sólidas y permanentes, o enrejados dispuestos de modo que solo el personal calificado tenga acceso al espacio cercano a las partes vivas. Cualquier abertura en dichas divisiones o enrejados debe ser de tales dimensiones o estar situada de modo que no sea probable que las personas entren en contacto accidental con las partes vivas, o pongan objetos conductores en contacto con las mismas.

(3) Ubicándolas en un balcón, adecuado galería o plataforma, elevados y dispuestos de tal modo que impida la entrada de personas no calificadas.

(4) Ubicándolas a una altura de 2.5 m (8 pies) o más por encima del nivel del piso u otra superficie de trabajo.

(B) Prevención contra daños físicos. En lugares donde sea probable que el equipo eléctrico pueda estar expuesto a daños físicos, los Gabinetes o resguardos deben estar dispuestos de tal modo y tener una resistencia tal que evite este tipo de daños.

(C) Señales de advertencia. Las entradas a cuartos y a otros lugares resguardados que contengan partes vivas expuestas se deben marcar con señales de advertencia visibles que prohíban la entrada a personal no calificado.

Nota: Para los motores, véanse las secciones 430.232 y 430.233. Para más de 600 voltios, véase la sección 110.34.

III. Más de 600 Voltios, nominales

110.30 Generalidades. Los conductores y equipos usados en circuitos de más de 600 voltios nominales deben cumplir con la Parte I de este artículo y con las secciones 110.30 a 110.40, que complementan o modifican la Parte I. En ningún caso se deben aplicar las disposiciones de esta parte a equipos situados en el lado de alimentación del punto de acometida.

110.31 Gabinete para las instalaciones eléctricas. Las instalaciones eléctricas en bóvedas, cuartos o armarios o en un área rodeada por una pared, enrejado o cerca, cuyo acceso esté controlado por cerradura(s) u otro medio aprobado, se consideran accesibles únicamente a personas calificadas. El tipo de Gabinete utilizado en un caso específico se debe diseñar y construir según la naturaleza y grado del (los) riesgo(s) asociados con la instalación.

Para instalaciones distintas de los equipos descritos en la sección 110-31(D) se debe utilizar una pared, un enrejado o una cerca que rodee la instalación eléctrica exterior para disuadir su acceso a personas no calificadas. La cerca no debe tener menos de 2.1 m (7 pies) de altura o una combinación de 1.8 m (6 pies) o más de malla y 300 mm (1 pie) o más de extensión, usando tres o más hilos de alambre de púas o equivalente. La distancia desde la cerca hasta las partes vivas no debe ser inferior a la que se indica en la Tabla 110.31.

Tabla 110.31. Distancia mínima desde la cerca hasta las partes vivas

Tensión nominal (V)	Distancia mínima hasta las partes vivas	
	m	pie
601 - 13,799	3.05	10
13,800 - 230,000	4.57	15
Más de 230,000	5.49	18

Nota: Con respecto a los espacios libres de los conductores para tensiones de sistemas específicos y las capacidades nominales Basic Insulating Level típicas, véase el documento ANSI C2-2007, National Electrical Safety Code.

NOTA: Para los requisitos de construcción de las bóvedas para transformadores, véase el Artículo 450.

(A) Resistencia al incendio de las bóvedas eléctricas. Las paredes, el techo, los pisos y las entradas de las bóvedas que contienen conductores y equipo de más de 600 voltios nominales, se deben construir con materiales que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones, con una capacidad nominal mínima de resistencia al incendio de tres horas. Los pisos de las bóvedas en contacto con la tierra deben ser de concreto con un espesor no inferior a 102 mm (4 pulgadas) pero cuando la bóveda se construya con un espacio vacío u otras plantas debajo de ella, el piso debe tener la resistencia estructural adecuada para la carga impuesta sobre él y una resistencia mínima al incendio de tres horas.

Para el propósito de esta sección, los mástiles y los paneles paredes no se deben considerar aceptables.

(B) Instalaciones interiores.

(1) En lugares accesibles a personas no calificadas. Las instalaciones eléctricas interiores que son accesibles a personas no calificadas deben estar hechas con equipos en Envolventes *(enclosures)* metálicos. Los tableros en Envolventes *(enclosures)* metálicos, subestaciones, transformadores, cajas de jalado cajas de conexión y otros equipos similares asociados se deben marcar con los símbolos de precaución adecuados. Las aberturas en transformadores ventilados de tipo seco o aberturas similares en otros equipos, deben estar diseñadas de manera que los objetos ajenos introducidos a través de esas aberturas sean desviados de las partes energizadas.

(2) En lugares accesibles sólo a personas calificadas. Las instalaciones eléctricas interiores consideradas, de acuerdo con esta sección, accesibles sólo a personas calificadas, deben cumplir lo establecido en las secciones 110.34, 110.36 y 490.24.

(C) Instalaciones exteriores

(1) En lugares accesibles a personas no calificadas. Las instalaciones eléctricas exteriores que estén abiertas a personas no calificadas deben cumplir con las partes I, II y III del Artículo 225.

(2) En lugares accesibles sólo a personas calificadas. Las instalaciones eléctricas exteriores que tienen partes vivas expuestas, deben ser accesibles únicamente a personas calificadas, según el primer párrafo de esta sección, y deben cumplir lo establecido en las secciones 110.34, 110.36 y 490.24.

(D) Equipos encerrados accesibles a personas no calificadas. Las aberturas de ventilación o similares en los equipos, deben estar diseñadas de manera que los objetos ajenos insertados a través de esas aberturas sean desviados de las partes energizadas. Si están expuestos a daños físicos debidos al tráfico de vehículos, se deben instalar resguardos adecuados. Los equipos en Envolventes *(enclosures)* metálicos o no metálicos, situados en exteriores y accesibles al público en general, deben ser diseñados de modo que los pernos o tuercas expuestos no se puedan quitar fácilmente, para permitir el acceso a partes vivas. Cuando un equipo en Gabinete metálico o no metálico sea accesible al público en general y la parte inferior del Gabinete esté a menos de 2.5 m (8 pies) por encima del suelo o nivel de la calle, la puerta o cubierta abisagrada del Gabinete se debe mantener cerrada y con seguro. Las puertas y cubiertas de los Gabinetes usados únicamente como cajas de jalado, cajas de empalme o de unión, deben estar aseguradas, atornilladas o enroscadas. Se debe

considerar que cumplen este requisito las cubiertas de cajas subterráneas que pesen más de 45.4 kg. (100 libras).

110.32 Espacio de trabajo alrededor de los equipos. Alrededor de todos los equipos eléctricos debe existir y se debe mantener un espacio suficiente que permita el funcionamiento y mantenimiento fáciles y seguros de dichos equipos. Donde haya partes energizadas expuestas, el espacio libre mínimo de trabajo no debe ser inferior a 2.0 m (6 ½ pies) de altura (medidos verticalmente desde el nivel del piso o de la plataforma) ni inferior a 914 mm (3 pies) de ancho medidos paralelamente al equipo). La profundidad debe ser la que se exige en la sección 110.34(A). En todos los casos, el espacio de trabajo debe ser suficiente para permitir como mínimo una apertura a 90 ° de las puertas o paneles abisagrados.

110.33 Entrada a los Gabinetes y acceso al espacio de trabajo.

(A) Entrada. Debe haber por lo menos una entrada a los Gabinetes para instalaciones eléctricas como se describe en la sección 110.31, que tenga un ancho mínimo de 610 mm (24 pulgadas) y altura mínima de 2.0 m (6 ½ pies) para dar acceso al espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico.

(1) Equipos grandes. En los tableros de distribución y paneles de control de más de 1.8 m (6 pies) de ancho, debe haber una entrada en cada extremo del equipo. Se permite una sola entrada al espacio de trabajo exigido cuando se cumplen las condiciones indicadas bien sea en la sección 110.33 (A) (1) (a) o (A) (1) (b).

(a) Salida no obstruida. Si el lugar permite una vía continua y no obstruida de desplazamiento hacia la salida, se permitirá una sola entrada al espacio de trabajo.

(b) Espacio adicional de trabajo. Cuando la profundidad del espacio de trabajo es el doble del exigido en la sección 110.34(A), se permite una sola entrada. Dicha entrada se debe localizar de forma tal que la distancia desde el equipo hasta el borde más próximo de la entrada no sea inferior a la distancia libre mínima que se especifica en la Tabla 110.34(A) para equipos que funcionan a esa tensión y en esa condición.

(2) Resguardo. Cuando las partes energizadas desnudas a cualquier tensión o las partes energizadas aisladas a más de 600 voltios nominales a tierra, se encuentren adyacentes a la entrada, se deben resguardar de manera adecuada.

(3) Puertas para el personal. Cuando existe puerta(s) para el personal destinada(s) a la entrada a y la salida del espacio de trabajo a menos de 7.6 m (25 pies) desde el borde más próximo de dicho espacio, la(s) puerta(s) se deben abrir en la dirección de salida y deben tener barras de pánico, placas de presión u otros dispositivos que normalmente están asegurados, pero que se abren bajo presión simple.

(B) Acceso. Debe haber escaleras o escalones permanentes que permitan acceder de modo seguro al espacio de trabajo alrededor de equipos eléctricos instalados en plataformas, balcones, entrepisos o en los áticos o cuartos en las terrazas.

110.34 Espacio de trabajo y resguardo.

(A) Espacio de trabajo. A menos que se permita o se exija otra cosa en este Código, el equipo que pueda requerir de inspección, ajuste, reparación o mantenimiento mientras está energizado debe tener un espacio de trabajo libre en dirección del acceso a las partes vivas del equipo eléctrico y no debe ser inferior al especificado en la Tabla 110.34(A). Las distancias se deben medir desde las partes vivas, si están expuestas, o desde el frente o abertura del Gabinete, si están encerradas.

Excepción: No se exigirá espacio de trabajo en la parte posterior de equipos tales como tableros de distribución de frente muerto o ensambles de control en los que no haya partes intercambiables o ajustables (como fusibles o interruptores) en su parte posterior y donde todas las conexiones sean accesibles desde lugares que no sean la parte posterior. Cuando se requiera acceso posterior para trabajar en partes no energizadas de la parte posterior del Gabinete del equipo, debe existir una distancia mínima de trabajo de 762 mm (30 pulgadas) medidos horizontalmente.

Tabla 110.34 (A). Profundidad mínima del espacio libre de trabajo al equipo eléctrico.

Tensión nominal a tierra (V)	Distancia libre mínima		
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
601 - 2,500	0.9 m (3 pies)	1.2 m (4 pies)	1.5 m (5 pies)
2,501 - 9,000	1.2 m (4 pies)	1.5 m (5 pies)	1.8 m (6 pies)
9,001 - 25,000	1.5 m (5 pies)	1.8 m (6 pies)	2.5 m (8 pies)
25,001 - 75,000	1.8 m (6 pies)	2.5 m (8 pies)	3.0 m (10 pies)
Más de 75,000	2.5 m (8 pies)	3.0 m (10 pies)	3.7 m (12 pies)

Nota: Donde las condiciones son las siguientes:

Condición 1 - Partes vivas expuestas en un lado del espacio de trabajo y ninguna parte viva o puesta a tierra en el otro lado, o partes vivas expuestas a ambos lados del espacio de trabajo que están resguardadas eficazmente por materiales aislantes.

Condición 2 - Partes vivas expuestas en un lado del espacio de trabajo y partes puestas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo. Las paredes de concreto, ladrillo o baldosa se deben considerar como puestas a tierra.

Condición 3 - Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo.

(B) Separación con respecto a equipos de baja tensión. Cuando haya instalados interruptores, cortacircuitos u otros equipos que funcionen a 600 voltios nominales o menos, en una bóveda, cuarto o Gabinete donde haya partes vivas expuestas o alambrado expuesto que funcionen a más de 600voltios nominales, los equipos de alta tensión se deben separar eficazmente del espacio ocupado por los equipos de baja tensión mediante una división, cerca o enrejado adecuados.

Excepción: Se permite instalar, dentro del Gabinete, cuarto o bóveda de alta tensión, interruptores u otros equipos que funcionen a 600 voltios nominales o menos y que pertenezcan sólo a equipos dentro del Gabinete, cuarto o bóveda de alta tensión, sin división, cerca o enrejado, si es accesible únicamente por personas calificadas.

(C) Cuartos o Gabinetes con cerradura. Las entradas a todos los edificios, bóvedas, cuartos o Gabinetes que contengan partes vivas expuestas o conductores expuestos que funcionen a más de 600 voltios nominales, se deben mantener cerradas con cerradura, a menos que dichas entradas estén en todo momento bajo la supervisión de personal calificado. Cuando la tensión supere los 600 voltios nominales, debe haber señales permanentes y visibles de advertencia, en las que se indique lo siguiente:

"PELIGRO - ALTA TENSIÓN – ALEJESE"

(D) Iluminación. Debe suministrarse iluminación a todos los espacios de trabajo alrededor de los equipos eléctricos. Las salidas para alumbrado deben estar dispuestas de manera que las personas que cambien las lámparas o hagan reparaciones en el sistema de alumbrado, no corran peligro por las partes vivas u otros equipos.
Los puntos de control deben estar situados de modo que no sea probable que las personas entren en contacto con alguna parte viva o móvil del equipo mientras encienden el alumbrado.

Tabla 110.34 (E). Elevación de las partes vivas no resguardadas por encima del espacio de trabajo

Tensión nominal entre fases	Elevación	
	m	pies
601 - 7,500 (V)	2.8	9
7,501 - 35,000 (V)	2.9	9 pies - 6 pulgadas
Más de 35 KV	2.9 m + 9.5 mm/Kv, sobre 35 Kv	9 pies - 6 pulgadas + 0.37 pulgadas/Kv, sobre 35 Kv

(E) Altura de las partes vivas no resguardadas. Las partes vivas no resguardadas que se encuentren por encima del espacio de trabajo se deben mantener a alturas no inferiores a las exigidas en la Tabla 110.34 (E).

(F) Protección del equipo de acometida, tableros de maniobra de potencia en Gabinete metálico y ensambles para control industrial. Los tubos o conductos ajenos a la instalación eléctrica, que requieren mantenimiento periódico o cuyo mal funcionamiento pondría en peligro la operación del sistema eléctrico, no se deben localizar en cercanías del equipo de acometida, tableros de maniobra de potencia en Gabinete metálico o ensambles de control industrial. Se debe proporcionar protección donde sea necesaria para evitar daños debido a las fugas de condensación y roturas en tales sistemas ajenos. Las tuberías y otras instalaciones no se deben considerar ajenas si se instalan para la protección contra incendios de la instalación eléctrica.

110.36 Conductores de circuitos. Se permitirá instalar los conductores de circuitos en canalizaciones, en bandejas portacables, como cable revestido de metal, como alambre desnudo, cable y barras colectoras, o como cables o conductores Tipo MV, tal como se establece en las secciones 300.37, 300.39, 300.40 y 300.50. Los conductores desnudos vivos deben cumplir con la sección 490.24.
Los aisladores, junto con sus accesorios de montaje y conductores, en donde se usen como soportes para alambres, cables de conductor individual o barras colectoras, deben tener la capacidad de soportar en forma segura las fuerzas magnéticas máximas que predominarían cuando dos o más conductores de un circuito estén sometidos a una corriente de cortocircuito. Las trayectorias expuestas de alambres y cables aislados que posean una envoltura de plomo desnuda o una cubierta exterior trenzada, se deben apoyar de manera que se evite daño físico a la cubierta trenzada o a la envoltura. Los soportes para los cables recubiertos de plomo se deben diseñar para evitar la electrólisis de la envoltura.

110.40 Límites de temperatura en los terminales. Se permite que los conductores se terminen con base en una temperatura nominal de 90° C (194° F) y una ampacidad como se especifica en las Tablas 310.67 a 310.86, a menos que se identifiquen de otra manera.

IV. Instalaciones de más de 600 Voltios nominales, en túneles

110.51 Generalidades

(A) Cobertura. Las disposiciones de esta parte se deben aplicar a la instalación y uso de equipo de distribución y utilización de potencia de alta tensión, portátil, móvil o ambos, tales como subestaciones, remolques, autos, palas mecánicas, excavadoras, grúas, taladros, dragas, compresores, bombas, transportadores, excavadoras subterráneas y similares.

(B) Otros Artículos. Los requisitos de esta parte deben ser adicionales o correcciones a los establecidos en los Artículos 100 a 490 de este Código.

(C) Protección contra daño físico. Los cables y conductores en los túneles deben estar situados por encima del piso del túnel y ubicados o resguardados para protegerlos de daños físicos.

110.52 Protección contra sobrecorriente. El equipo operado a motor se debe proteger de sobrecorrientes de acuerdo con las partes III, IV y V del Artículo 430. Los transformadores se deben proteger de sobrecorriente de acuerdo con la sección 430.3.

110.53 Conductores. Los conductores de alta tensión en los túneles se deben instalar en conduit metálico u otras canalizaciones metálicas, cable tipo MC, u otro cable multiconductor aprobado. Para alimentar el equipo móvil se permite el cable multiconductor portátil.

110.54 Unión y conductores de puesta a tierra de equipos.

(A) Puesto a tierra y unido. Todas las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos y todas las canalizaciones metálicas y envolturas de cable, se deben poner a tierra, sólidamente, y unidos a todos los tubos y rieles metálicos en el portal, y a intervalos que no superen los 300 m (1000 pies) a lo largo del túnel.

(B) Conductores de puesta a tierra de equipos. Debe tenderse un conductor de puesta a tierra de los equipos con los conductores del circuito dentro de la canalización metálica, o dentro de la chaqueta del cable

multiconductor. Se debe permitir que el conductor de puesta a tierra de equipos esté aislado o desnudo.

110.55 Transformadores, interruptores y equipos eléctricos. Se deben proteger de daño físico todos los transformadores, interruptores, controladores de motor, motores, rectificadores y demás equipos instalados bajo el suelo mediante su ubicación o resguardo.

110.56 Partes energizadas. Los terminales desnudos de los transformadores, interruptores, controladores de motor y demás equipos, se deben encerrar para evitar el contacto accidental con las partes energizadas.

110.57 Controles del sistema de ventilación. Los controles eléctricos para el sistema de ventilación se deben disponer de manera que el flujo de aire se pueda invertir.

110.58 Medios de desconexión. Para la desconexión de cada transformador o motor se debe instalar un dispositivo de maniobra o un interruptor automático, a la vista desde cada ubicación de un transformador o motor, que abra simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra del circuito. El desconectivo o el interruptor automático para un transformador, debe tener una corriente eléctrica nominal no inferior a la ampacidad de los conductores que alimentan al transformador. El desconectivo o el interruptor automático para un motor debe cumplir los requisitos aplicables del Artículo 430.

110.59 Envolvente *(enclosures)*. Los Envolventes *(enclosures)* para uso en túneles deben ser a prueba de goteo, a prueba de intemperie o sumergibles, según se requiera debido a las condiciones ambientales.

Los Envolventes *(enclosures)* del interruptor o contactor no se deben usar como cajas de conexiones ni como canalizaciones para conductores que alimentan a o se deriven de otros interruptores, a menos que los Envolventes *(enclosures)* cumplan con lo indicado en la sección 312.8.

V. Pozos de inspección y otros Envolventes *(enclosures)* eléctricos proyectados para la entrada de personal, todas las tensiones.

110.70 Generalidades. Los Envolventes *(enclosures)* eléctricos proyectados para la entrada de personal y fabricados específicamente para este propósito, deben ser del tamaño suficiente para brindar un espacio de trabajo seguro alrededor del equipo eléctrico, con partes vivas que pueda requerir de inspección, ajuste, reparación o mantenimiento mientras está energizado. Estos Envolventes *(enclosures)* deben tener el tamaño suficiente que permita instalar o retirar fácilmente los conductores empleados, sin daño para los conductores ni su aislamiento, y deben cumplir con las disposiciones de esta parte.

> *Excepción: Cuando los Envolventes (enclosures) eléctricos que se consideran en la parte V de este artículo sean parte de un sistema de alambrado industrial, que funciona bajo condiciones de mantenimiento y supervisión que garantizan que sólo personal calificado monitorea y supervisa el sistema, permite que estos Envolventes (enclosures) se diseñen e instalen según las prácticas adecuadas de ingeniería. Si la autoridad con jurisdicción así lo exige, se debe suministrar la documentación sobre su diseño.*

110.71 Resistencia. Los pozos de inspección, las bóvedas y sus medios de acceso se deben diseñar

bajo la supervisión de ingeniería calificada, y deben resistir todas las cargas que probablemente se impongan sobre las estructuras.

> **Nota**: Véase el documento ANSI C2-2007, Nacional Electrical Safety Code, para información adicional con respecto a la carga que se espera que soporten los encerramientos subterráneos.

110.72 Espacio de trabajo para el cableado. Debe existir un espacio libre de trabajo con ancho no inferior a 900 mm (3 pies) cuando los cables se encuentran a ambos lados, y no inferior a 750 mm (2 ½ pies) cuando los cables están en un solo lado. El espacio vertical no debe ser inferior a 1.8 m (6 pies), a menos que la abertura esté como máximo a 300 mm (1 pie), medidos horizontalmente, con respecto a la pared interior adyacente del Gabinete.

> *Excepción: Se debe permitir que un pozo de inspección que contenga uno o más de los siguientes elementos, tenga una de las dimensiones horizontales del espacio de trabajo reducida a 600 mm (2 pies), cuando el otro espacio horizontal libre de trabajo se incremente de modo que la suma de las dos dimensiones no sea inferior a 1.8 m (6 pies):*
>
> *(1) Cables de fibra óptica según lo tratado en el Artículo 770.*
>
> *(2) Circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada alimentados según se indica en la sección 760.121.*
>
> *(3) Circuitos de control remoto Clase 2 o Clase 3 y circuitos de señalización, o ambos, alimentados según se indica en la sección 725.121.*

110.73 Espacio de trabajo del equipo. Para instalaciones que funcionan a 600 voltios o menos y cuando el equipo eléctrico con partes vivas, que pueda requerir de inspección, ajuste, reparación o mantenimiento mientras está energizado, esté instalado en un pozo de inspección, una bóveda u otro gabinete diseñado para el acceso de personal, se debe cumplir lo establecido para el espacio de trabajo y los requisitos asociados en la sección 110.26. Cuando la instalación es a más de 600 voltios, se debe cumplir lo establecido para el espacio de trabajo y los requisitos asociados en la sección 110.34. Una cubierta para el acceso del pozo de inspección que pese más de 45 kg (100 libras) se debe considerar conforme con los requisitos de la sección 110.34 (C).

110.74 Espacio para el doblez de los conductores. El espacio para el doblado de los conductores que funcionan a 600 voltios o menos, se debe proporcionar según los requisitos de la sección 314.28. Los conductores que funcionan a más de 600 voltios se deben proveer con espacio para su doblado de acuerdo con las secciones 314.71(A) y 314.71 (B), según corresponda. Todos los conductores se deben cablear, montar en bastidores o disponer en una manera aprobada que proporcione acceso fácil y seguro para el ingreso de las personas a cargo de la instalación y mantenimiento.

> *Excepción: Cuando se aplica la sección 314.71 (B), cada fila o columna de conductos en una pared del Gabinete se debe calcular individualmente, y se debe usar la fila o columna que proporcione la distancia máxima.*

110.75 Acceso a los pozos de inspección

(A) Dimensiones. Las aberturas rectangulares para el acceso no deben ser de menos de 650 mm x 550

mm (26 pulgadas x 22 pulgadas). Las aberturas circulares para el acceso a un pozo de inspección no deben tener un diámetro inferior a 650 mm (26 pulgadas).

> *Excepción: Se debe permitir que en un pozo de inspección que tenga una escalera fija que no obstruya la abertura, que contenga uno o más de los siguientes elementos, se reduzca el diámetro mínimo de la cubierta a 600 mm (2 pies).*

(1) Cables de fibra óptica según lo tratado en el Artículo 770.

(2) Circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada alimentados según se indica en la sección 760.121.

(3) Circuitos de control remoto Clase 2 o Clase 3 y circuitos de señalización, o ambos, alimentados según se indica en la sección 725.121.

(B) Obstrucciones. Las aberturas de los pozos de inspección deben estar libres de partes sobresalientes que puedan lesionar al personal o dificultar la salida rápida.

(C) Ubicación. Las aberturas de los pozos de inspección para el personal se deben ubicar donde no estén directamente por encima del equipo eléctrico o de los conductores en el Gabinete. Cuando esto no es factible, debe haber una escalera fija o una barrera protectora.

(D) Cubiertas. Las cubiertas deben pesar más de 45 kg (100 libras) o de otra manera, tener un diseño que exija el uso de herramientas para abrirlas. Se deben diseñar o contener de manera que no puedan caer dentro del pozo de inspección ni sobresalir lo suficiente como para hacer contacto con los conductores eléctricos o el equipo dentro del pozo de inspección.

(E) Marcado. Las cubiertas de los pozos de inspección deben tener una marca de identificación o un logotipo que indique de modo prominente su función, tal como "eléctrica".

110.76 Acceso a bóvedas y túneles

(A) Ubicación. Las aberturas de acceso para el personal deben ubicarse de manera tal que no estén directamente por encima del equipo eléctrico o de los conductores en el gabinete. Se deben permitir otras aberturas por encima del equipo para facilitar la instalación, el mantenimiento o el reemplazo del equipo.

(B) Cerraduras. Además del cumplimiento con los requisitos de la sección 110.34, si así corresponde, las aberturas de acceso para el personal deben estar dispuestas de modo que la persona que está en el interior pueda salir cuando la puerta de acceso esté cerrada con seguro desde afuera, o en el caso de estar cerrada con candado, la disposición de cierre debe ser tal que el candado se pueda cerrar en el sistema de cierre para evitar el bloqueo desde afuera.

110.77 Ventilación. Cuando los pozos de inspección, los túneles y las bóvedas tengan aberturas de comunicación en las áreas encerradas usadas por el público, se debe tener ventilación hacia el aire libre, siempre que sea factible.

110.78 Resguardo. Cuando los conductores o el equipo, o ambos, puedan entrar en contacto con objetos que caen o cuando puedan ser empujados a través de la rejilla de ventilación, tanto los conductores como las partes vivas se deben proteger según los requisitos de la sección 110.27(A)(2) o la 110.31(B)(1), dependiendo de la tensión.

110.79 Escaleras fijas. Las escaleras fijas deben ser resistentes a la corrosión.

CAPÍTULO 2 - Alambrado y protección

ARTÍCULO 200
Uso e identificación de conductores puestos a tierra

200.1 Alcance.

En este Artículo se establecen los requisitos para:
(1) Identificación de los terminales.
(2) Conductores puestos a tierra en las instalaciones de los inmuebles.
(3) Identificación de los conductores puestos a tierra.

> **NOTA**. Véanse en el Artículo 100 las definiciones de "Conductor puesto a tierra" y "Conductor de puesta a tierra".

200.2 Generalidades. Todas las instalaciones en un inmueble, diferentes de los sistemas y circuitos exentos o prohibidos en las secciones 210.10, 215.7, 250.21, 250.22, 250.162, 503.155, 517.63, 668.11, 668.21, y la excepción de la Sección 690.41, deben tener un conductor puesto a tierra que se identifique de acuerdo con la sección 200.6. El conductor puesto a tierra debe cumplir con lo indicado en las secciones 200.2 (A) y (B).

(A) Aislamiento. El conductor puesto a tierra, cuando esté aislado, debe tener un aislamiento: (1) que sea adecuado y de diferente color a cualquier conductor no puesto a tierra del mismo circuito, en circuitos de menos de 1000 voltios o para sistemas de 1 kV o más, con neutro puesto a tierra a través de impedancia, o (2) de tensión nominal no inferior a 600 voltios para sistemas de 1 kV y más, con neutro sólidamente puesto a tierra, tal como se describe en la sección 250.184(A).

(B) Continuidad. La continuidad de un conductor puesto a tierra no debe depender de una conexión a un Gabinete metálico, una canalización ni del cable armado.

200.3 Conexión a sistemas puestos a tierra. Las instalaciones de los inmuebles no se deben conectar eléctricamente a la red de suministro a menos que esta última contenga, para cualquier conductor puesto a tierra de la instalación interior, el correspondiente conductor puesto a tierra. Para los fines de esta sección, conectado eléctricamente debe significar que está conectado de modo que es capaz de transportar corriente, en distinción de una conexión por inducción electromagnética.

> *Excepción: Se permite que los inversores listados o certificados como interactivos por el suministrador de energía, e identificados para uso en sistemas de generación de recurso distribuido, tales como los sistemas de potencia de celda de combustible y de celda fotovoltaica, estén conectados al alambrado de inmuebles sin un conductor puesto a tierra, cuando el alambrado del inmueble o el sistema suministrador de energía incluya un conductor puesto a tierra.*

200.6 Medios de identificación de los conductores puestos a tierra.

(A) Calibre 6 AWG o más pequeño. Un conductor aislado puesto a tierra de calibre 6 AWG o más pequeño, se debe identificar por medio de un acabado exterior continuo blanco o gris, o por medio de tres franjas blancas continuas, en toda su longitud, en aislamientos de color diferente del verde. Se

debe considerar que cumplen las disposiciones de esta sección, los alambres que tienen su cubierta exterior en blanco o gris, pero que lleven hilos de referencia de colores en la malla conductora identificando el origen de fabricación. También se permitirá la identificación de conductores aislados puestos a tierra de la siguiente manera:

(1) El conductor puesto a tierra de un cable con forro metálico y aislamiento mineral, se debe identificar en el momento de la instalación mediante marcas distintivas en sus extremos.

(2) Un cable con un solo conductor, resistente a la luz solar, y clasificado para uso exterior, usado como conductor puesto a tierra en sistemas fotovoltaicos de potencia como se permite en la sección 690.31, se debe identificar en el momento de la instalación mediante una marca blanca visible en todos sus extremos.

(3) Los accesorios para alambres deben cumplir los requisitos para la identificación de conductores puestos a tierra, como se especifica en la sección 402.8.

(4) Para cables aéreos, la identificación se debe hacer como se indicó en los numerales anteriores, o por medio de un borde situado en el exterior del cable para identificarlo.

(B) Calibres mayores a 6 AWG. Un conductor aislado y puesto a tierra de calibre superior al 6 AWG, se debe identificar mediante uno de los siguientes medios:

(1) Mediante un acabado exterior continuo blanco o gris.

(2) Mediante tres franjas blancas continuas, en toda su longitud, en aislamientos que no sean verdes.

(3) En el momento de la instalación, por una marca distintiva blanca o gris en sus extremos. Esta marca debe rodear el conductor o el aislamiento.

(C) Cordones flexibles. Un conductor aislado destinado para usarse como conductor puesto a tierra, si está contenido dentro de un cordón flexible, se debe identificar mediante un acabado exterior blanco o gris o por los métodos permitidos en la sección 400.22.

(D) Conductores puestos a tierra de diferentes sistemas.
Cuando se instalen conductores puestos a tierra de diferentes sistemas en la misma canalización, cable, caja, canal auxiliar u otro tipo de Gabinete, cada conductor puesto a tierra se debe identificar por sistema. Se debe permitir la identificación distintiva para el conductor puesto a tierra de cada sistema por medio de uno los siguientes métodos:

(1) Un conductor puesto a tierra del sistema debe tener el recubrimiento exterior conforme a la sección 200.6 (A) o (B).

(2) El(los) conductor(es) puesto(s) a tierra de los otros sistemas debe tener un recubrimiento exterior diferente conforme con la sección 200.6(A) o 200.6(B), o mediante un recubrimiento exterior blanco o gris con una franja de color claramente distinguible, que no sea verde y que vaya a lo largo de todo el aislamiento.

(3) Otro medio diferente de identificación permitido en la sección 200.6(A) o (B) que distinga el conductor puesto a tierra de cada sistema.

El medio de identificación de cada circuito ramal se debe fijar permanentemente en el panel de distribución.

(E) Conductores puestos a tierra de cables multiconductores. Los conductores aislados puestos a tierra en un cable multiconductor se deben identificar con un acabado exterior blanco o gris, o por tres franjas blancas continuas en toda su longitud, en aislamientos que no sean verdes. Se permitirá que el cable plano multiconductor 4 AWG o mayor, tenga un borde extremo en el conductor puesto a tierra.

Excepción No. 1: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación sólo será atendida por personas calificadas, se permitirá que los conductores puestos a tierra en cables multiconductores sean identificados permanentemente en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una marca distintiva blanca u otro medio igualmente eficaz.

Excepción No. 2: Se permitirá que un conductor puesto a tierra de un cable multiconductor barnizado y con aislamiento de tela sea identificado en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una marca blanca distintiva u otro medio igualmente eficaz.

NOTA: Se deben tomar precauciones cuando se trabaje en sistemas existentes, dado que en el pasado se puede haber utilizado el color gris para un conductor no puesto a tierra.

200.7 Uso de aislamiento de color blanco o gris, o con tres franjas blancas continuas.

(A) Generalidades. Los siguientes elementos se deben usar solamente para el conductor puesto a tierra de un circuito, a menos que se permita algo diferente en 200.7 (B) y (C):

(1) Un conductor con un recubrimiento continuo blanco o gris.
(2) Un conductor con tres franjas blancas continúas sobre un aislamiento que no sea verde.
(3) Una marca de color blanco o gris en el extremo.

(B) Circuitos de menos de 50 voltios. Un conductor con aislamiento de color blanco o gris o tres franjas blancas continuas, o que tiene una marca de color blanco o gris en el extremo, para circuitos de menos de 50 voltios, debe estar puesto a tierra únicamente como se exige en la Sección 250.20(A).

(C) Circuitos de 50 voltios o más. El uso de un aislamiento de color blanco o gris, o que posea tres franjas blancas continuas, para conductores diferentes de los puestos a tierra para circuitos de 50 voltios o más, se permitirá solamente como se establece en (1) a (3).

(1) Si es parte de un ensamble de cables y cuando el aislamiento se reidentifique permanentemente en el extremo y en cada lugar en donde el conductor sea visible y accesible, mediante pintura u otro medio eficaz, para indicar su uso como un conductor no puesto a tierra. La identificación debe rodear el aislamiento y debe ser de un color diferente del blanco, gris o verde.

(2) Cuando un ensamble de cables contenga un conductor aislado para bucles de interruptores monopolares de 3 o 4 vías, y el conductor con aislamiento blanco o gris, o una marca de tres franjas

blancas continuas, se use para alimentar el interruptor, pero no como conductor de retorno del interruptor a la salida conmutada. En estas aplicaciones, el conductor con aislamiento blanco o gris, o con tres franjas blancas continuas, se debe re-identificar permanentemente mediante pintura u otro medio eficaz en sus extremos y en cada lugar en donde el conductor sea visible y accesible, para indicar su uso.

(3) Cuando un cordón flexible que posea un conductor identificado por un acabado exterior blanco o gris, o con tres franjas blancas continuas, o por cualquier otro medio permitido en la sección 400.22, se use para conectar un electrodoméstico o equipo permitido en la sección 400.7. Esto se debe aplicar a los cordones flexibles conectados a salidas, ya sea que dichas salidas estén alimentadas o no por un circuito que tenga un conductor puesto a tierra.

> **NOTA**: Se deben tomar precauciones cuando se trabaje en sistemas existentes, dado que en el pasado se puede haber utilizado el color gris para un conductor no puesto a tierra.

200.9 Medios de identificación de los terminales. La identificación de los terminales a los que va conectado un conductor puesto a tierra debe ser fundamentalmente de color blanco. La identificación de los demás terminales debe ser de un color diferente del blanco, fácilmente distinguible.

> *Excepción: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación sólo será atendida por personas calificadas, se permitirá que los terminales de los conductores puestos a tierra sean identificados permanentemente en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una marca blanca o algún otro medio igualmente eficaz.*

200.10 Identificación de los terminales.

(A) Terminales de dispositivos. Todos los dispositivos, excluidos los paneles de distribución, dotados de terminales para la conexión de conductores y destinados para conectarlos a más de un lado del circuito, deben tener terminales adecuadamente marcados para su identificación, a menos que la conexión eléctrica del terminal destinado para conectarse al conductor puesto a tierra sea claramente evidente.

> *Excepción: La identificación de los terminales no se requiere para dispositivos que tengan un valor nominal normal de corriente superior a 30 amperios, diferentes de clavijas de conexión polarizadas y receptáculos polarizados para clavijas de conexión, como se exige en la sección 200.10 (B).*

(B) Receptáculos, clavijas y conectores. Los receptáculos, las clavijas de conexión polarizadas y los conectores de cordón para clavijas y clavijas polarizadas, deben tener el terminal destinado para conexión al conductor puesto a tierra identificado en la siguiente manera:

(1) La identificación se debe hacer por un metal o recubrimiento metálico de color fundamentalmente blanco o con la palabra "blanco" *("white")* o la letra "B" *("w")* situada cerca del terminal identificado.

(2) Si el terminal no es visible, el orificio de entrada para la conexión del conductor debe ser de color blanco o se debe marcar con la palabra "blanco" *("white")* o la letra "B" *("w")*.

NOTA. Véase la sección 250.126 para la identificación de los terminales, de los conductores de puesta a tierra de los dispositivos de alambrado.

(C) Casquillos roscados. En los dispositivos con casquillos roscados, el terminal del conductor puesto a tierra debe ser el que se conecte al casquillo.

(D) Dispositivos con casquillo roscado con cables. En los dispositivos con casquillo roscado con cables terminales, el conductor conectado al casquillo roscado debe tener un acabado blanco o gris. El acabado exterior del otro conductor debe ser de un color uniforme que no se confunda con el acabado blanco o gris usado para identificar el conductor puesto a tierra.

NOTA: Se deben tomar precauciones cuando se trabaje en sistemas existentes, dado que en el pasado se puede haber utilizado el color gris para un conductor no puesto a tierra.

(E) Electrodomésticos. Los electrodomésticos que tengan un interruptor unipolar o un dispositivo unipolar de protección contra sobrecorriente en el circuito o cualquier portalámparas de casquillo roscado conectados en el circuito y que se van a conectar: (1) mediante un cable permanente o (2) mediante clavijas y cordones instalados en obra con tres o más alambres (incluido el conductor de puesta a tierra del equipo), deben tener medios para identificar el terminal del conductor del circuito puesto a tierra (si lo hubiera).

200.11 Polaridad de las conexiones. Ningún conductor puesto a tierra se debe conectar a un terminal o borne de manera que se invierta la polaridad designada.

ARTÍCULO 210
Circuitos ramales

I. Disposiciones generales.

210.1 Alcance. Este Artículo trata de los circuitos ramales, excepto aquellos que alimenten únicamente cargas de motores, cubiertos en el Artículo 430. Las disposiciones de este Artículo y del 430 se aplican a los circuitos ramales con cargas combinadas.

210.2 Otros Artículos para circuitos ramales de propósito específico. Los circuitos ramales deben cumplir con este artículo y también con las disposiciones aplicables de otros artículos de este Código. Las disposiciones sobre circuitos ramales que alimenten los equipos indicados en la Tabla 210.2, modifican o complementan las disposiciones de este artículo y se deben aplicar a los circuitos ramales referidos en las mismas.

Tabla 210.2 Circuitos ramales de propósito específico

Equipo	Artículo	Sección
Equipo de aire acondicionado y de refrigeración		440-6 440-31 440-32
Equipo de procesamiento, amplificación y reproducción de señal de audio		640-8
Barras canalizadas		368-17
Circuitos y equipos que operen a menos de 50 voltios	720	
Equipos de calefacción central, diferente de los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente		422-12
Circuitos de control remoto, de señalización y de potencia limitada Clase 1, Clase 2 y Clase 3	725	
Grúas y montacargas		610-42
Anuncios eléctricos e iluminación de contorno		600-6
Soldadores eléctricos	630	
Espacios electrificados para estacionamiento de camiones	626	
Ascensores, montaplatos, escaleras eléctricas y pasillos móviles; ascensores y elevadores para sillas de ruedas		620-61
Sistemas de alarma contra incendios	760	
Equipo de calefacción eléctrica fija para tuberías y recipientes		427-4
Equipo eléctrico fijo de calefacción de ambiente		424-3
Equipo eléctrico exterior fijo de deshielo y fusión de nieve		426-4
Equipo de tecnología de información		645-5
Equipo de calefacción industrial por lámparas de luz infrarroja		422-48
		424-3
Equipo de calentamiento por inducción y calentamiento dieléctrico	665	
Marinas y muelles		555-19

Equipo	Artículo	Sección
Casas móviles, casas prefabricadas y estacionamientos para casas móviles y estacionamientos para casas móviles	550	
Estudios de cine, de televisión y lugares similares	530	
Motores, circuitos de motores y controladores	430	
Órganos de tubo		650-7
Vehículos para fines recreativos y sus áreas de estacionamiento	551	
Tableros de distribución y paneles de distribución		408-52
Teatros, áreas de espectadores en estudios cinematográficos y de televisión y lugares similares		520-41
		520-52
		520-62
Equipos de rayos X		660-2
		517-73

Excepción: Los circuitos ramales con salidas múltiples mayores de 50 amperios podrán alimentar cargas de tomacorrientes (o salidas) que no sean de alambrado en locales industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión indiquen que los equipos son revisados exclusivamente por personal calificado.

210.3 Corriente nominal. Los circuitos ramales de los que trata este artículo deben tener una designación nominal de acuerdo con la corriente nominal máxima permitida, en amperios, o de acuerdo con el valor de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente. El valor nominal de los circuitos ramales que no sean individuales debe ser de 15, 20, 30, 40 y 50 amperios. Cuando por cualquier razón se usen conductores de mayor ampacidad, el valor nominal del circuito debe estar determinada por la corriente nominal o por el valor de ajuste del dispositivo específico de protección contra sobrecorriente.

210.4 Circuitos ramales multiconductores o multifilares.

(A) Generalidades. Se debe permitir que los circuitos ramales de los que trata este artículo sean circuitos multiconductores.

Se permitirá que un circuito multiconductor sea considerado como circuitos múltiples. Todos los conductores de un circuito ramal multiconductor deben salir del mismo panel de distribución o de un equipo de distribución similar.

Nota. Una instalación trifásica de potencia, tetrafilar y conectada en estrella, utilizada para alimentar cargas no lineales, puede requerir que el diseño del sistema de potencia permita corrientes en el conductor neutro con alto contenido de armónicos.

(B) Medios de desconexión. Cada circuito ramal multiconductor debe tener los medios para la desconexión simultánea de todos los conductores no puestos a tierra o energizados en el panel o el punto de origen del circuito ramal.

(C) Carga de línea a neutro. Los circuitos ramales multiconductores sólo deben alimentar

cargas de línea a neutro.

Excepción No. 1: Un circuito ramal multiconductor que suministre corriente sólo a un equipo de utilización.

Excepción No. 2: Cuando todos los conductores no puestos a tierra del circuito ramal multiconductor se abran simultáneamente por medio del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal.

NOTA. Véase la sección 300.13 (B) para la continuidad de los conductores puestos a tierra en circuitos multiconductores.

(D) Agrupamiento. Los conductores puestos y no puestos a tierra de cada circuito ramal multiconductor se deben agrupar mediante amarres para cables o con medios similares, por lo menos en un lugar dentro del panel de distribución o en otro punto del origen.

Excepción: Los requisitos para el agrupamiento no se deben aplicar si el circuito ingresa desde un cable o una canalización únicos para el circuito, que hagan que el agrupamiento sea obvio.

210.5 Identificación de los circuitos ramales.

(A) Conductor puesto a tierra. El conductor puesto a tierra de un circuito ramal se debe identificar de acuerdo con la sección 200.6.

(B) Conductor de puesta a tierra de los equipos. El conductor de puesta a tierra de los equipos se debe identificar de acuerdo con la sección 250.119.

(C) Conductores no puestos a tierra. Cuando las instalaciones de los inmuebles tienen circuitos ramales alimentados por más de un sistema de tensión nominal, cada conductor no puesto a tierra de un circuito ramal se debe identificar por fase o línea y por sistema en todos los puntos de terminación, conexión y empalme. Se debe permitir que los medios de identificación sean por métodos como código de color separado, cinta de marcado, tarjeta u otros medios aprobados. El método utilizado para conductores que se originen dentro de cada panel de distribución del circuito ramal o en un equipo similar de distribución del circuito ramal, se debe documentar de manera que esté fácilmente disponible o se debe fijar permanentemente a cada panel de distribución del circuito ramal o al equipo similar de distribución del circuito ramal.

210.6 Limitaciones de tensión de los circuitos ramales. La tensión nominal de los circuitos ramales no debe exceder los valores permitidos por la sección 210.6(A) hasta (E).

(A) Limitaciones por razón de ocupación. En unidades de vivienda y habitaciones de huéspedes de hoteles, moteles y establecimientos similares, la tensión no debe superar los 120 voltios nominales, entre los conductores que alimenten los terminales de:

(1) Luminarias (*lighting fixtures*);
(2) Cargas conectadas con cordón y clavija *(cord-and plug-connected)*, de 1440 volt-amperios nominales o menos de ¼ hp.

(B) 120 voltios entre conductores. Se permitirá que los circuitos que no superen los 120 voltios nominales entre conductores den suministro a:

(1) Los terminales de portalámparas que estén dentro de su tensión nominal.
(2) Los equipos auxiliares de lámparas de descarga eléctrica.
(3) Los equipos de utilización conectados con cordón y clavija o conectados permanentemente.

(C) 277 voltios a tierra. Se permitirá que los circuitos que superen los 120 voltios nominales entre conductores sin superar los 277 voltios nominales a tierra, alimenten a:

(1) Luminarias listadas de descarga eléctrica.
(2) Luminarias incandescentes listadas, cuando estén alimentadas a 120 voltios o menos del receptáculo de un autotransformador reductor que sea parte integral de la luminaria y cuyo terminal del casquillo exterior esté conectado eléctricamente a un conductor puesto a tierra del circuito ramal.
(3) Luminarias equipadas con portalámparas del tipo de casquillo roscado y base tipo Mogul.
(4) Portalámparas diferentes de los de casquillo roscado, utilizados dentro de su tensión nominal.
(5) Equipos auxiliares de lámparas de descarga eléctrica.
(6) Equipos de utilización conectados con cordón y clavija o conectados permanentemente.

(D) 600 voltios entre conductores. Se permitirá que los circuitos que superen los 277 voltios nominales a tierra y no superen los 600 voltios nominales entre conductores, alimenten a:

(1) Equipos auxiliares de lámparas de descarga montadas en luminarias instaladas permanentemente, cuando dichas luminarias estén montadas, de acuerdo con uno de los siguientes puntos:

a. A no menos de 6.7 m (22 pies) de altura en postes o estructuras similares para la iluminación de áreas exteriores tales como autopistas, carreteras, caminos, puentes, campos de deporte o aparcamientos.
b. A no menos de 5.5 m (18 pies) de altura en otras estructuras, tales como túneles.

(2) Equipos de utilización conectados permanentemente o con cordón y clavija, que no sean luminarias.

(3) Luminarias alimentadas por sistemas de corriente continua cuando tales luminarias contienen un balastro listado de corriente continua nominal que proporcione separación entre la fuente de alimentación de corriente continua y el circuito de la lámpara y protección contra el choque eléctrico cuando se cambian las lámparas.

Nota. Véase la Sección 410.138 en relación con las limitaciones para los equipos auxiliares.

Excepción No. 1 a (B), (C) y (D): Para portalámparas de artefactos infrarrojos para calefacción industrial, como se establece en la sección 422.14.

Excepción No. 2 a (B), (C) y (D): Para instalaciones ferroviarias, como se describe en la sección 110.19.

(E) Más de 600 voltios entre conductores. Se permite que los circuitos que excedan los 600

voltios nominales entre conductores alimenten equipos de utilización en instalaciones donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación sólo será atendida por personas calificadas.

210.7 Requisitos de los circuitos ramales para conexiones de dispositivos y lugares.

(A) Ubicación de la salida de los receptáculos. Las salidas de los receptáculos se deben ubicar en los circuitos ramales de acuerdo con lo que se indica en la Parte III del Artículo 210.

(B) Circuitos ramales múltiples. Cuando dos o más circuitos ramales alimenten dispositivos o equipos en el mismo yugo, debe existir un medio, en el punto en el cual se origina el circuito ramal, para desconectar simultáneamente los conductores no puestos a tierra que alimentan a dichos dispositivos.

210.8 Protección de las personas mediante dispositivos o interruptores de circuito por falla a tierra *(Ground-Fault Circuit-Interrupter) (GFCI)*.

> **Nota**. Véase la sección 215.9 para la protección de las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra en los circuitos alimentadores.

(A) Unidades de vivienda. Todos los receptáculos monofásicos de 125 voltios y de 15 y 20 amperios, instalados en los lugares que se especifican en los numerales (1) a (8), deben tener protección para las personas mediante un dispositivo o interruptor de circuito por falla a tierra *(GFCI):*

(1) Cuartos de baño.

(2) Garajes y también edificios cuyo piso esté localizado al nivel del suelo o por debajo de éste, que no estén previstas como zonas habitables, y limitadas a áreas de almacenamiento, áreas de trabajo y áreas de uso similar.

(3) Áreas exteriores.

> *Excepción a (3): Se permitirá que los receptáculos que no sean fácilmente accesibles y estén alimentados por un circuito ramal dedicado para equipos eléctricos de deshielo o fusión de nieve, se instalen de acuerdo con lo indicado en la sección 426.28.*

(4) Espacios de poca altura (que exijan entrar agachado) situados a nivel del suelo o por debajo de él.

(5) En sótanos sin terminaciones. Para los fines de esta sección, los “sótanos sin terminaciones” se definen como las partes o áreas del sótano que no están destinadas a ser espacios habitables, sino limitadas a zonas de almacenamiento, de trabajo y propósitos similares.

> *Excepción a (5): No se requiere que los receptáculos que alimenten únicamente a una alarma contra incendios instalada*

permanentemente o a un sistema de alarma contra robo tengan protección mediante interruptores de circuito por falla a tierra.

Nota: Véase las secciones 760.41 (B) y 760.121(B) para los requisitos de alimentación de potencia de sistemas de alarma contra incendios.

No se debe considerar que los receptáculos instalados bajo las excepciones a la sección 210.8(A) (5), cumplen con los requisitos de la sección 210.52 (G).

(6) Cocinas. Cuando los receptáculos estén instalados para servir superficies sobre mesetas.

(7) De lavandería, fregaderos, y bares húmedos con sumidero. Cuando los receptáculos estén instalados a menos de 1.8 m (6 pies) del borde exterior del sumidero.

(8) Cobertizos para botes.

(B) Edificaciones diferentes de unidades de vivienda. Todos los receptáculos monofásicos de 125 voltios, 15 y 20 amperios, instalados en los lugares que se especifican en los numerales (1) a (5), deben tener protección para las personas mediante un dispositivo o interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI):

(1) Cuartos de baño.
(2) Cocinas.
(3) Azoteas.
(4) Áreas exteriores.

Excepción No. (1) a (3) y (4): Se permitirá la instalación de receptáculos que no son fácilmente accesibles y se alimenten de un circuito ramal dedicado, para equipos eléctricos de deshielo y fusión de nieve, sin protección mediante interruptores de circuito por falla a tierra (GFCI).

Excepción No. (2) a (4): En establecimientos industriales únicamente, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación sólo será atendida por personas calificadas, se permite un programa asegurado para el conductor de puesta a tierra del equipo, tal como se especifica en la sección 590.6(B)(2), sólo para aquellas salidas de receptáculo para alimentar a equipos que podrían crear un peligro mayor, si se interrumpe la potencia o si tienen un diseño que no es compatible con la protección GFCI.

(5) Fregadero. Cuando los receptáculos se instalan a menos de 1.8 m (6 pies) del borde externo del sumidero.

Excepción No.1 a (5): En laboratorios industriales, se permite que los tomacorrientes usados para alimentar equipos en los cuales el corte de la alimentación introduciría un peligro mayor, se instalen sin protección GFCI.

Excepción No. 2 a (5): No será requerida protección GFCI para los receptáculos ubicados en áreas de cuidado de pacientes de instalaciones médicas diferentes de aquellas que se tratan en la sección 210.8 (B) (1).

(C) Grúas para botes. Se debe proporcionar protección GFCI para las salidas que no excedan de 240 voltios y que alimentan a grúas para botes instaladas en

lugares de unidades de vivienda.

210.9 Circuitos derivados de autotransformadores. Los circuitos ramales no se deben derivar desde autotransformadores, a no ser que el circuito alimentado tenga un conductor puesto a tierra que esté conectado eléctricamente a un conductor puesto a tierra del sistema de alimentación del autotransformador.

Excepción No. 1: Se permitirá un autotransformador sin conexión a un conductor puesto a tierra, cuando se transforme tensión de 208 voltios nominales a 240 voltios nominales, o en forma similar, de 240 voltios a 208 voltios.

Excepción No. 2: En ocupaciones industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que el servicio a las instalaciones lo prestará solamente personal calificado, se permitirá que los autotransformadores alimenten cargas de 600 voltios nominales a partir de sistemas de 480 voltios y de 480 voltios a partir de sistemas de 600 voltios nominales, ***sin*** *la conexión a un conductor puesto a tierra similar.*

210.10 Conductores no puestos a tierra derivados de sistemas puestos a tierra. Se permitirá que se deriven circuitos de dos conductores en C. C. y de dos o más conductores no puestos a tierra en C. A. desde conductores no puestos a tierra de circuitos con neutro puesto a tierra. Los dispositivos de desconexión en cada circuito derivado deben tener un polo en cada conductor no puesto a tierra. Todos los polos de los dispositivos de desconexión multipolares se deben accionar manualmente y en forma simultánea cuando tales dispositivos sirvan también como medio de desconexión, como se exige en los siguientes ítems:

(1) Sección 410.93 para portalámparas con interruptores de dos polos.
(2) Sección 410.104(B) para dispositivos de maniobra de equipos auxiliares para lámparas de descarga eléctrica.
(3) Sección 422.31 (B) para electrodomésticos.
(4) Sección 424.20 para unidades fijas de calefacción de ambiente.
(5) Sección 426.51 para equipo eléctrico de deshielo y fusión de nieve.
(6) Sección 430.85 para controladores de motores (7) Sección 430.103 para motores.

210.11 Circuitos ramales exigidos. Se deben suministrar circuitos ramales para iluminación y electrodomésticos, incluidos electrodomésticos operados a motor, para alimentar las cargas calculadas de acuerdo con la sección 220.10. Además, se deben suministrar circuitos ramales para cargas específicas no cubiertas por la sección 220.10 en donde se exija en cualquier parte de este Código, y para cargas de unidades de vivienda, como se especifica en la sección 210.11(C).

(A) Número de circuitos ramales. El número mínimo de circuitos ramales se debe determinar a partir de la carga total calculada y del calibre o la capacidad nominal de los circuitos utilizados. En todas las instalaciones, el número de circuitos debe ser suficiente para alimentar la carga servida. En ningún caso la carga, en cualquier circuito, debe exceder la máxima especificada en la sección 220.18.

(B) Carga distribuida uniformemente entre circuitos ramales. Cuando la carga se calcule con base en volt-amperios por metro cuadrado (o por pie cuadrado), el sistema de alambrado hasta e inclusive el (los) panel(es) de distribución del circuito ramal, se debe suministrar para servir como mínimo a la carga calculada. Esta carga debe estar distribuida uniformemente entre los circuitos ramales con salida múltiple dentro del (los) panel(es) de distribución. Sólo es necesario instalar los dispositivos de

protección contra sobrecorriente de los circuitos ramales y los circuitos para servir la carga conectada.

(C) Unidades de vivienda.

(1) Circuitos ramales de electrodomésticos pequeños. Además del número de circuitos ramales exigidos en otras partes de esta sección, se deben suministrar dos o más circuitos ramales de 20 amperios para electrodomésticos pequeños, para todas las salidas de receptáculos especificadas en la sección 210.52 (B).

(2) Circuitos ramales para lavandería. Además del número de circuitos ramales exigidos en otras partes de esta sección, se debe suministrar al menos un circuito ramal de 20 amperios para alimentar la(s) salida(s) de receptáculos de la lavandería que se exigen en la sección 210.52 (F). Este circuito no debe tener otras salidas.

(3) Circuitos ramales para cuartos de baño. Además del número de circuitos ramales exigidos en otras partes de esta sección, se debe suministrar al menos un circuito ramal de 20 amperios para alimentar la(s) salida(s) de receptáculos del cuarto de baño. Estos circuitos no deben tener otras salidas.

Excepción: Cuando un circuito de 20 amperios alimenta a un solo cuarto de baño, se permitirá que las salidas para otros equipos dentro del mismo cuarto de baño sean alimentadas de acuerdo con las secciones 210.23 (A) (1) y (A) (2).

Nota. Véanse los ejemplos D1(a), D1 (b), D2 (b) y D4(a) en el Anexo D.

210.12 Protección con interruptor de circuito por falla de arco *(Arc-Fault Circuit-Interrupter Protection {AFCI})*.

(A) Definición. Un interruptor de circuito por falla de arco (AFCI) es un dispositivo destinado a brindar protección contra los efectos de falla de arco, mediante el reconocimiento de las características únicas de la formación del arco y mediante su funcionamiento para desenergizar el circuito cuando se detecta la falla de arco.

(B) Unidades de vivienda. Todos los circuitos ramales que alimentan salidas monofásicas de 120 voltios, 15 y 20 amperios instaladas en habitaciones familiares, comedores, salas de estar, salones, bibliotecas, cuartos de estudio, alcobas, solarios, salones para recreación, armarios, pasillos o habitaciones o áreas similares en unidades de vivienda, se deben proteger con un interruptor listado de circuito por fallas de arco, tipo combinación, instalado para brindar protección al circuito ramal.

Nota No. 1: Para información relacionada con los tipos de interruptores de circuito por falla de arco, véase la norma UL 1699-1999, Standard for Arc-Fault Circuit Interrupters.

Nota No. 2: Véase la sección 11.6.3 (5) del documento NFPA 72®-2007, National Fire Alarm Code®, para información relacionada con los requisitos de suministro de la fuente secundaria de energía para alarmas de humo instaladas en unidades de vivienda.

Nota No. 3: Véanse las secciones 760.41 (B) y 760.121(B) para los requisitos del suministro de energía para sistemas de alarma contra incendio.

Excepción No. 1: Cuando se instala un cable RMC, IMC, EMT o un cable armado de acero, tipo AC, que cumpla con los requisitos de la sección 250.118 usando cajas metálicas de salida y de empalme, para la porción del circuito ramal entre el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal y la primera salida, se permite la instalación de una combinación de AFCI en la primera salida para brindar protección para la porción restante del circuito ramal.

Excepción No. 2: Se permite la omisión de la protección AFCI, cuando un circuito ramal para un sistema de alarma contra incendio instalado según las secciones 760.41 (B) y 760.121(B), se instala con un cable RMC, IMC, EMT o un cable armado de acero, tipo AC, que cumpla con los requisitos de la sección 250.118 y utilice cajas metálicas de salida y de empalme.

210.18 Habitaciones de huéspedes y suites de huéspedes. Las habitaciones de huéspedes y las suites de huéspedes que tienen disposiciones permanentes para cocinar, deben tener circuitos ramales instalados de forma tal que cumplan con las reglas para las unidades de vivienda.

II. Valor nominal de los circuitos ramales.

210.19 Conductores: Ampacidad mínima y calibre mínimo.

(A) Circuitos ramales de no más de 600 voltios.

(1) Generalidades. Los conductores de los circuitos ramales deben tener una ampacidad no inferior a la carga máxima que van a alimentar. Cuando un circuito ramal alimente cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no continuas, el calibre mínimo del conductor del circuito ramal, antes de la aplicación de cualquier factor de corrección o ajuste, debe tener una ampacidad permisible no inferior a la carga no continua más el 125% de la carga continua.

Excepción No. 1: Cuando el ensamble, incluidos los dispositivos de sobrecorriente que protegen el(los) circuito(s) ramal(es), está listado para operación al 100% de su capacidad nominal, se permitirá que la ampacidad de los conductores del circuito ramal no sea inferior a la suma de la carga continua más la carga no continua.

Excepción No 2: Se permite que los conductores puestos a tierra que no estén conectados a un dispositivo de protección contra sobrecorriente sea dimensionados al 100% de la carga continua y no continua.

Nota No. 1: Véase la sección 310.15, con relación a la ampacidad de los conductores.

Nota No. 2: Véase la Parte II del Artículo 430, con relación a la capacidad nominal mínima de los conductores de circuitos ramales de motores.

Nota No. 3: Véase la Sección 310.10, para las limitaciones de temperatura de los conductores.

Nota No. 4: Los conductores para circuitos ramales como están definidos en el Artículo 100, dimensionados para evitar una caída de tensión superior al 3% en las salidas más lejanas de las cargas de fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión de los circuitos alimentador y ramal hasta la salida más lejana no supere el 5%, ofrecerán una eficiencia de funcionamiento razonable. Para la caída de tensión en los conductores del alimentador, véase la NOTA No. 2 de

la sección 215.2(A) (3).

(2) Circuitos ramales multisalidas. Los conductores de circuitos ramales que alimentan más de un receptáculo para cargas portátiles conectadas por cordón y clavija, deben tener una ampacidad no menor a la capacidad nominal del circuito ramal.

(3) Cocinas y electrodomésticos de cocina. Los conductores de los circuitos ramales que alimenten estufas domésticas, hornos montados en la pared, parrilla de mesón y otros electrodomésticos de cocina, deben tener una ampacidad no inferior a la corriente nominal del circuito ramal y no menor que la carga máxima que deben alimentar. Para estufas de 8¾ kW o de mayor capacidad nominal, la capacidad nominal mínima del circuito ramal debe ser de 40 amperios.

Excepción No. 1: Los conductores derivados de un circuito ramal de 50 amperios que alimentan estufas eléctricas, hornos eléctricos montados en la pared y parrillas eléctricas de mesón, deben tener una ampacidad mínima de 20 amperios, y ser suficiente para la carga que se va a alimentar. Estos conductores en derivación incluyen todos los conductores que son parte de los terminales suministrados con el electrodoméstico que son más pequeños que los conductores del circuito ramal. Las derivaciones no deben ser más largas de lo necesario para prestar el servicio eléctrico al electrodoméstico.

Excepción No. 2: Se permitirá que el conductor neutro de un circuito ramal trifilar que alimenta una estufa eléctrica, un horno montado en la pared o una parrilla de mesón, sea más pequeño que los conductores no puestos a tierra, cuando la demanda máxima de la cocina con capacidad nominal de 8¾ kW o más se ha calculado de acuerdo con la columna C de la Tabla 220.55, pero tales conductores deben tener una ampacidad mínima del 70% de la capacidad nominal del circuito ramal y no debe ser inferior al 10 AWG.

(4) Otras cargas. Los conductores de un circuito ramal que alimenten cargas diferentes de las especificadas en la sección 210.2 y otros electrodomésticos diferentes de los de cocción, que se especifican en la sección 210.19(A)(3), deben tener una ampacidad suficiente para las cargas conectadas y no deben ser más pequeños que el 14 AWG.

Excepción 1: Los conductores en derivación deben tener una ampacidad suficiente para la carga conectada. Además, deben tener una ampacidad no menor de 15 amperios para circuitos de capacidad nominal de menos de 40 amperios, y no menor de 20 amperios para circuitos con capacidad nominal de 40 ó 50 amperios y sólo cuando esos conductores en derivación alimenten cualquiera de las siguientes cargas:

(a) Portalámparas o luminarias individuales con derivaciones que se extienden máximo 450 mm (18 pulgadas) más allá de cualquier parte del portalámparas o de la luminaria.

(b) Luminarias con conductores en derivación como se indica en el Artículo 410.117.

(c) Salidas individuales que no sean de tipo receptáculo, con cables en derivación de no más de 450 mm (18 pulgadas) de longitud.

(d) Artefactos de calefacción industrial con lámparas de luz infrarroja.

(e) Terminales no calefactores de los cables y tapetes de deshielo y fusión de la nieve.

Excepción 2: Se permitirá que los alambres y cordones flexibles de los artefactos sean más delgados que el 14 AWG, como se permite en la sección 240.5.

(B) Circuitos ramales de más de 600 voltios.

La ampacidad de los conductores debe estar acorde con las secciones 310.15 y 310.60, según se aplique. Los conductores de circuitos ramales de más de 600 voltios se deben dimensionar de acuerdo con la sección 210.19 (B) (1) o la (B) (2).

(1) Generalidades. La ampacidad de los conductores del circuito ramal no debe ser inferior al 125% de la carga potencial de diseño del equipo de utilización que será operado simultáneamente.

(2) Instalaciones supervisadas. Para instalaciones supervisadas, se permite que las dimensiones del conductor del circuito ramal sean determinadas por personal calificado bajo supervisión de ingeniería. Las instalaciones supervisadas se definen como aquellas partes de la instalación en donde se cumplen las dos condiciones siguientes:

(1) Las condiciones de diseño e instalación se suministran bajo la supervisión de ingeniería.

(2) Personas calificadas con capacitación y experiencia documentada en sistemas de más de 600 voltios proveen el mantenimiento, el monitoreo y el servicio del sistema.

210.20 Protección contra sobrecorriente. Los conductores de circuitos ramales y los equipos deben estar protegidos mediante dispositivos de protección contra sobrecorriente con valor nominal o ajuste que cumpla lo establecido en las secciones 210.20(A) hasta (D).

(A) Cargas continuas y no continuas. Cuando un circuito ramal alimenta cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no continuas, el valor nominal del dispositivo de sobrecorriente no debe ser menor a la carga no continua más el 125 % de la carga continua.

Excepción: Cuando el ensamble, incluidos los dispositivos de sobrecorriente que están protegiendo el circuito ramal, esté listado para su funcionamiento al 100 % de su valor nominal, se permitirá que el valor nominal en amperios del dispositivo de sobrecorriente no sea menor que la suma de la carga continua más la carga no continua.

(B) Protección del conductor. Los conductores se deben proteger de acuerdo con la sección 240.4. Los alambres de artefactos y los cordones flexibles deben estar protegidos según la sección 240.5.

(C) Equipo. La capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe exceder la especificada en los artículos aplicables que se indican en la Tabla 240.3 para el equipo.

(D) Dispositivos de salida. El valor nominal o ajuste no debe exceder lo especificado en la sección 210.21 para dispositivos de salida.

210.21 Dispositivos para Salidas o Tomacorrientes. Los dispositivos de salidas o tomacorrientes deben tener valor nominal en amperios no menor que la carga que se va a servir y debe cumplir lo establecido en las secciones 210.21(A) y (B).

(A) Portalámparas. Cuando estén conectados a un circuito ramal que tenga valor nominal superior a 20 amperios, los portalámparas deben ser del tipo para trabajo pesado. Un portalámparas de servicio pesado debe tener un valor nominal no menor a 600 watts si es de tipo medio, y no menor a 750 watts si es de cualquier otro tipo.

(B) Tomacorrientes o Receptáculos.

(1) Receptáculo o tomacorriente individual instalado en un circuito ramal individual. Un tomacorriente individual instalado en un circuito ramal individual debe tener valor nominal en amperios no menor a la de dicho circuito.

Excepción No. 1: Un receptáculo o tomacorriente instalado de acuerdo con la sección 430.81 (B).

Excepción No. 2: Se permitirá que un receptáculo o tomacorriente instalado exclusivamente para usar un soldador de arco conectado con cordón y enchufe, tenga un valor nominal en amperios no inferior a la ampacidad mínima del conductor del circuito ramal, tal como se establece en la sección 630.11(A) para soldadores de arco.

Nota. Véase la definición de receptáculo en el Artículo 100.

(2) Carga total conectada con cordón y enchufe. Cuando esté conectado a un circuito ramal que suministra corriente a dos o más receptáculos, tomacorrientes o salidas, el tomacorriente no debe alimentar una carga total conectada con cordón y enchufe que supere el máximo establecido en la Tabla 210.21 (B) (2).

Tabla 210-21(B) (2). Carga máxima conectada a un receptáculo con cordón y enchufe

Valor nominal del circuito (Amperios)	Valor nominal del receptáculo (Amperios)	Carga máxima (Amperios)
15 ó 20	15	12
20	20	16
30	30	24

(3) Valor nominal del receptáculo o tomacorriente. Cuando estén conectados a un circuito ramal que alimenta dos o más salidas o receptáculo, el valor nominal de los receptáculos o tomacorrientes debe corresponder a los valores de la Tabla 210.21 (B) (3) o, si es de más de 50 amperios, el valor nominal del receptáculo no debe ser inferior al valor nominal del circuito ramal.

Excepción No. 1: Se permitirá que los receptáculos o tomacorrientes para uno o más soldadores de arco conectados con cordón y enchufe tengan un valor nominal en amperios no inferior a la ampacidad mínima de los conductores del circuito ramal, tal como se permite en las secciones 630.11 (A) o (B), de acuerdo con lo que sea aplicable para soldadores de arco.

Excepción No. 2: Se permite que el valor nominal en amperios de un receptáculo o tomacorriente instalado para iluminación por descarga eléctrica se base en lo que se indica en la sección 410.62(C).

(4) Valor nominal de receptáculo tomacorriente para estufa. Se permitirá que el valor nominal de un receptáculo para estufa se base en la carga de demanda de una sola estufa, como se especifica en la Tabla 220.55.

Tabla 210.21 (B) (3) Valor nominal de receptáculos o tomacorrientes para circuitos de diverso valor

Valor nominal del circuito (Amperios)	Valor nominal del receptáculo (Amperios)
15	No más de 15
20	15 ó 20
30	30
40	40 ó 50
50	50

210.23 Cargas permisibles. En ningún caso la carga excederá la capacidad nominal en amperios del circuito ramal. Un circuito ramal individual podrá alimentar cualquier carga que esté dentro de su valor nominal. Un circuito ramal que suministre corriente a dos o más salidas o receptáculos sólo debe alimentar las cargas especificadas de acuerdo con su calibre, como se especifica en las secciones 210.23(A) hasta (D) y como se resume en la sección 210.24 y en la Tabla 210.24.

(A) Circuitos ramales de 15 y 20 amperios. Se permitirá que un circuito ramal de 15 ó 20 amperios suministre corriente a unidades de alumbrado, a otros equipos de utilización o a una combinación de ambos y debe cumplir con lo que se establece en las secciones 210.23(A) (1) y (A) (2).

Excepción: Los circuitos ramales para electrodomésticos pequeños, el circuito ramal para lavandería y los circuitos ramales para cuartos de

baño exigidos para la(s) unidad(es) de vivienda en las secciones 210.11 (C) (1), (C) (2) y (C) (3), sólo deben alimentar las salidas de receptáculos especificadas en esa sección.

(1) Equipo conectado con cordón y clavija o enchufe que no está fijo en su lugar. El valor nominal de cualquier equipo individual de utilización conectado mediante cordón y clavija que no esté fijo en su lugar no debe superar el 80% del valor nominal en amperios del circuito ramal.

(2) Equipo de utilización fijo en su lugar. El valor nominal total del equipo de utilización fijo en su lugar, diferente de luminarias, no debe superar el 50% del valor nominal de amperios del circuito ramal, cuando también se alimenten unidades de alumbrado o equipos de utilización conectados con cordón y clavija o enchufe no fijos en su sitio, o ambos.

(B) Circuitos ramales de 30 amperios. Se permitirá que un circuito ramal de 30 amperios alimente unidades fijas de alumbrado con portalámparas de servicio pesado en unidades distintas de unidades de vivienda, o equipos de utilización en cualquier tipo de ocupación. El valor nominal de cualquier equipo de utilización conectado con cordón y clavija o enchufe no debe superar el 80 % del valor nominal en amperios del circuito ramal.

(C) Circuitos ramales de 40 y 50 amperios. Se permitirá que un circuito ramal de 40 ó 50 amperios alimente electrodomésticos de cocina fijos en cualquier ocupación. En otras unidades diferentes a las de vivienda, se permitirá que tales circuitos alimenten unidades fijas de alumbrado con portalámparas de servicio pesado, unidades de calefacción por infrarrojos u otros equipos de utilización.

(D) Circuitos ramales de más de 50 amperios. Los circuitos ramales de más de 50 amperios sólo deben alimentar salidas para cargas que no sean para iluminación.

210.24 Requisitos de los circuitos ramales - Resumen. En la Tabla 210.24 se resumen los requisitos de los circuitos que tengan dos o más salidas o receptáculos distintos de los circuitos de receptáculo de las secciones 210.11(C) (1) y (C) (2) están resumidos en la tabla 210.24. Esta tabla sólo brinda un resumen de los requisitos mínimos. Véanse las secciones 210.19, 210.20 y 210.21 para los requisitos específicos que se aplican a los circuitos ramales.

Tabla 210.24. Resumen de requisitos para circuitos ramales

Capacidad del circuito	**15 Amp.**	**20 Amp.**	**30 Amp.**	**40 Amp.**	**50 Amp.**
Conductores (Tamaño mínimo):					
*Conductores del circuito**	*14*	*12*	*10*	*8*	*6*
Derivaciones	*14*	*14*	*14*	*12*	*12*
Alambres y cordones de artefactos	*Refiérase a la Sección 240.5*				
Protección contra sobrecorriente	15 Amp.	20 Amp.	30 Amp.	40 Amp.	50 Amp.

Dispositivos de salida:					
Portalámparas permitidas	*Cualquier tipo*	*Cualquier tipo*	*Trabajo pesado*	*Trabajo pesado*	*Trabajo pesado*
*Capacidad del receptáculo***	*15 Amp. (Max.)*	*15 ó 20 Amp.*	*30 Amp.*	*40 ó 50 Amp.*	*50 Amp.*
Carga máxima	15 Amp.	20 Amp.	30 Amp.	40 Amp.	50 Amp.
Carga permisible	Véase la sección 210.23 (A)	Véase la sección 210.23 (A)	Véase la sección 210.23 (B)	Véase la sección 210.23 (C)	Véase la sección 210.23 (C)

210.25 Circuitos ramales en edificios con más de una ocupación.

(A) Circuitos ramales para unidades de vivienda. Los circuitos ramales en cada unidad de vivienda solo deben alimentar cargas dentro de esa unidad de vivienda, o cargas asociadas únicamente con esa unidad de vivienda.

(B) Circuitos ramales para áreas comunes. Los circuitos ramales exigidos para propósitos de alumbrado, alarmas centrales, señales, comunicaciones u otras necesidades de áreas públicas o comunes de viviendas bifamiliares, viviendas multifamiliares o edificios de ocupación múltiple no se deben alimentar de equipos que den suministro a una unidad de vivienda individual o un espacio habitable.

III. Salidas o tomacorrientes exigidas

210.50 Generalidades. Las salidas de receptáculo o tomacorriente se deben instalar como se especifica en las secciones 210.52 a 210.63.

(A) Cordón colgante. Un conector de cordón que esté alimentado por un cordón colgante conectado permanentemente, se debe considerar como una toma o salida de receptáculo.

(B) Conexiones con cordón. Se debe instalar una salida de receptáculo o tomacorriente siempre que se utilicen cordones flexibles con clavija de conexión. Cuando se permita que los cordones flexibles estén conectados permanentemente, se pueden suprimir los receptáculos o tomacorrientes para dichos cordones.

(C) Salidas de receptáculos o tomacorrientes para electrodomésticos. Las salidas con receptáculos o tomacorrientes para electrodomésticos, instaladas en una vivienda, para electrodomésticos específicos como equipo de lavandería, deben instalarse a no más de 1.8 m (6 pies) de distancia del lugar destinado para el electrodoméstico.

210.52 Salidas de receptáculo o tomacorriente en unidades de vivienda. Esta sección proporciona los requisitos para las salidas de receptáculo o tomacorriente de 125 voltios, 15 y 20 amperios. Los receptáculos o tomacorrientes exigidos por esta sección deben ser adicionales a cualquier receptáculo que:

(1) Sea parte de un electrodoméstico o una luminaria,

(2) Esté controlado por un interruptor de pared según la sección 210.70 (A) (1), excepción No. 1,

(3) Se encuentre en gabinetes o alacenas,

(4) Se encuentre a más de 1.7 m (5 ½ pies) por encima del piso.

Los calentadores eléctricos de zócalos instalados permanentemente, equipados con tomas de receptáculos o tomacorrientes instalados en fábrica; o salidas suministradas como un ensamble separado por el fabricante, se permitirán como el(los) receptáculo(s) requerido(s) para el espacio de pared utilizado por estos calentadores instalados en forma permanente. Estas salidas de receptáculo o tomacorriente no se deben conectar a los circuitos del calentador.

(A) Disposiciones generales. En los cuartos de cocina, comedores, cuartos de estar, salas, salones, bibliotecas, cuartos de estudio, terrazas, dormitorios, cuartos de recreo, habitaciones o zonas similares en unidades de vivienda, se deben instalar salidas de receptáculos o tomacorrientes de acuerdo con las disposiciones generales que se especifican en las secciones 210.52 (A) (1) hasta (A) (3).

(1) Separación. Los receptáculos o tomacorrientes se deben instalar de modo que ningún punto, medido horizontalmente, a lo largo de la línea del piso en cualquier espacio de la pared esté a más de 1.8 m (6 pies) de una salida de receptáculo.

(2) Espacio de la pared. Como se usa en esta sección, un espacio de la pared debe incluir lo siguiente:

(1) Cualquier espacio de 600 mm (2 pies) o más de ancho (incluyendo el espacio medido alrededor de las esquinas) no interrumpido a lo largo de la línea del piso por puertas, chimeneas y aberturas similares.

(2) El espacio ocupado por paneles fijos en paredes exteriores, excepto los paneles deslizantes.

(3) El espacio producido por divisores fijos de ambiente, tales como mostradores independientes tipo bar o barandillas.

(4) Receptáculos de piso. Los receptáculos de piso no se deben contar como parte del número exigido de salidas de receptáculos, a menos que estén localizados a una distancia no mayor de 450 mm (18 pulgadas) de la pared.

(B) Electrodomésticos o Enseres pequeños.

(1) Salidas de receptáculos o tomacorrientes alimentadas. En el cuarto de cocina, despensa, comedor, desayunador o área similar de una unidad de vivienda, los dos o más circuitos ramales de 20 amperios para artefactos pequeños que exige la sección 210.11(C) (1), deben alimentar todas las salidas de receptáculos o tomacorrientes de pared y de piso a las que se refiere la sección 210.52 (A), todas las salidas en las áreas de mostrador o mesón a las que se refiere la sección 210.52 (C) y las salidas de receptáculos para equipos de refrigeración.

Excepción No. 1: Además de los receptáculos exigidos especificados en la sección

210.52, se permitirán receptáculos con interruptor alimentados desde un circuito ramal de uso general, como se define en la sección 210.70(A) (1), Excepción No. 1.

Excepción No. 2: Se permitirá que la salida de receptáculo para equipos de refrigeración se alimente desde un circuito ramal independiente de 15 amperios nominales o más.

(2) Ninguna otra salida. Los dos o más circuitos ramales para electrodomésticos pequeños especificados en la sección 210.52 (B) (1) no deben tener otras salidas.

Excepción No. 1: Un receptáculo instalado exclusivamente para la alimentación y soporte de un reloj eléctrico en cualquiera de los recintos especificados en la sección 210.52 (B) (1).

Excepción No. 2: Los receptáculos instalados para conectar equipos e iluminación complementarios de estufas, hornos y parrillas sobre mostradores, todos ellos de gas.

(3) Requisitos para receptáculos de cocina. Los receptáculos instalados en una cocina para conectar parrillas sobre el área del mostrador deben estar alimentados mínimo por dos circuitos ramales de electrodomésticos pequeños; se permitirá que cada uno de estos circuitos, o ambos, también alimenten salidas de receptáculo en el mismo cuarto de cocina y en otros cuartos especificados en la sección 210.52 (B) (1). Se permitirá que circuitos ramales adicionales para pequeños electrodomésticos alimenten las salidas de receptáculos o tomacorrientes de la cocina y de otras habitaciones especificadas en la sección 210.52 (B) (1). Ningún circuito ramal de electrodomésticos pequeños debe alimentar más de un cuarto de cocina.

(C) Topes de mostradores o mesetas. En cocinas, despensas, desayunador, comedores y áreas similares de las unidades de vivienda se deben instalar salidas de receptáculos o tomacorrientes para las mesetas, de acuerdo con las secciones 210.52 (C) (1) hasta (C) (5).

Cuando una estufa, una parrilla de meseta, o un fregadero se instalen en mesetas tipo isla (accesible por todos los lados) o de península (accesible por todos menos un lado) y el ancho de la meseta detrás de la estufa, parrilla de mesón o fregadero sea inferior a 300 mm (12 pulgadas), se considera que estos elementos dividen el espacio de la meseta en dos espacios separados, tal como se define en la sección 210.52 (C) (4). Cada uno de estos espacios debe cumplir con los requisitos aplicables de la sección 210.52(C).

(1) Espacio de pared del mesón o mostrador. Se debe instalar una salida de receptáculo o tomacorriente en cada espacio de pared del mesón que tenga 300 mm (12 pulgadas) o más de ancho. Las salidas de receptáculo se deben instalar de modo que ningún punto a lo largo de la línea de la pared quede a más de 600 mm (24 pulgadas), medido horizontalmente, desde una salida de receptáculo en ese espacio.

Excepción: No se requieren salidas de receptáculos en una pared directamente por detrás de una estufa, una parrilla de mesón o un fregadero en la instalación que se describe en la Figura 210.52 (C) (1).

(2) Espacios de mesetas de isla. Se debe instalar por lo menos un receptáculo o tomacorriente en cada meseta de isla cuya dimensión más larga tenga 600 mm (24 pulgadas) o más y la más corta 300 mm (12 pulgadas) o más.

(3) Espacios de mesones de península. En cada mesón de península, cuya dimensión más larga tenga 600 mm (24 pulgadas) o más y la más corta 300 mm (12 pulgadas) o más, se debe instalar por lo

menos una salida de receptáculo. Un mesón de península se mide desde el borde de unión.

(4) Espacios separados. Para aplicar los requisitos de las secciones 210.52 (C) (1), (C) (2) y (C) (3) se deben considerar como espacios separados los mesones separados por cocinas, refrigeradores o fregaderos.

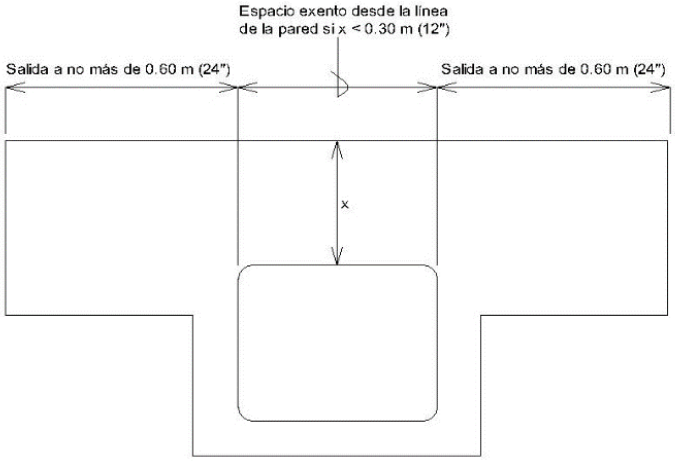
(5) Ubicación de las salidas de receptáculo o tomacorriente. Las salidas de receptáculo o tomacorriente deben estar ubicadas a máximo 500 mm (18 pulgadas) por encima de la meseta. Las salidas de receptáculos o tomacorrientes que no queden fácilmente accesibles debido a electrodomésticos fijos, electrodomésticos de garaje, fregadero o estufa sobrepuesta como los descritos en la sección 210.52 (C) (1), Excepción, o por electrodomésticos que ocupen su espacio definido, no se deben considerar como parte de las salidas exigidas.

Excepción a (5): Para cumplir las condiciones especiales especificadas en (1) o (2), se permitirá que las salidas de receptáculo vayan montadas como máximo a 300 mm (12 pulgadas) por debajo de la meseta. Los receptáculos montados por debajo del mesón, de acuerdo con esta excepción, no se deben localizar donde el mesón sobresalga más de 150 mm (6 pulgadas) de su base de apoyo.

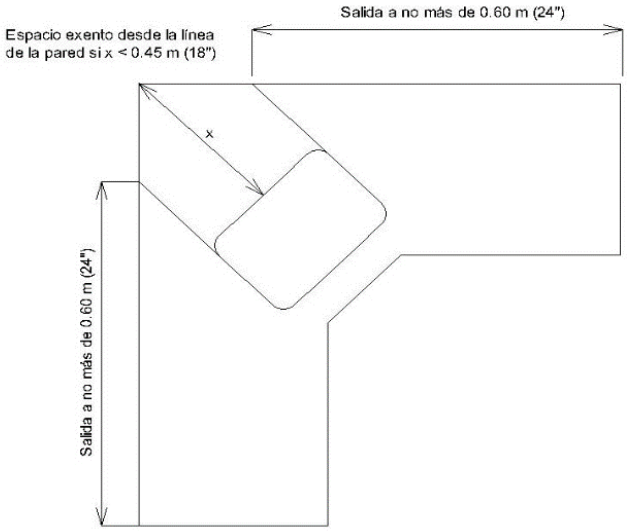
(1) Construcción para personas discapacitadas.

(2) En mesones tipo isla o península, cuando el mesón es plano en toda su superficie (sin salpicaderos, divisores, etc.) y no hay medios para montar un receptáculo dentro de los 500 mm (18 pulgadas) por encima del mesón, como por ejemplo un gabinete de techo.

Figura 210.52 (C) (1) Determinación del área por detrás de una estufa, una parrilla de mesón o un fregadero:



Estufa o parrilla de meseta que sobresalen del frente de la meseta



Estufa o parrilla de meseta montadas en una esquina

(D) Cuartos de baño. En los cuartos de baño de unidades de vivienda se debe instalar por lo menos un receptáculo a no más de 900 mm (3 pies) del borde exterior de cada lavamanos. Las salidas de

receptáculo se deben localizar en una pared o una división que sea adyacente al lavamanos o al mesón del lavamanos, o se debe instalar en la superficie lateral o frontal del gabinete del lavamanos máximo a 300 mm (12 pulgadas) por debajo del mesón.

(E) Salidas exteriores. Las salidas de receptáculos exteriores se deben instalar, de acuerdo con (E) (1) a (E) (3). Véase la sección 210.8 (A) (3).

(1) Viviendas unifamiliares y bifamiliares. En una vivienda unifamiliar y en cada unidad de una vivienda bifamiliar que estén a nivel del suelo, se debe instalar al menos una salida de receptáculo accesible mientras se está de pie al nivel del suelo y que esté ubicada máximo a 2.0 m (6 ½ pies) sobre el suelo, en la parte frontal y posterior de la vivienda.

(2) Viviendas multifamiliares. En cada unidad de vivienda de una unidad multifamiliar donde la unidad de vivienda esté a nivel del suelo y tenga entradas/salidas exteriores individuales, se debe instalar por lo menos una salida de receptáculo accesible desde el suelo y máximo a 2.0 m (6 ½ pies) por encima del suelo.

(3) Balcones, terrazas elevadas y pórticos. Los balcones, terrazas elevadas y pórticos accesibles desde el interior de la vivienda deben tener por lo menos una salida de receptáculo instalada dentro del perímetro del balcón, la terraza o el pórtico. El receptáculo no debe estar a más de 2.0 m (6 ½ pies) por encima de la superficie del balcón, terraza o pórtico.

Excepción a (3): No se exige que los balcones, terraza elevada y pórticos con un área utilizable inferior a 1.86 m^2 (20 $pies^2$) tengan instalado un receptáculo.

(F) Áreas de lavadora. En las unidades de vivienda se debe instalar como mínimo una salida de receptáculo para la lavadora.

Excepción No. 1: En una unidad de vivienda que sea un apartamento o área de vivienda en un edificio multifamiliar, en la que haya instalaciones de lavado en el mismo inmueble disponibles para todos los ocupantes del mismo, no se exigirá el receptáculo para lavadora.

Excepción No. 2: En viviendas distintas de las unifamiliares en las que no haya o no estén permitidas instalaciones de lavandería, no es necesario un receptáculo para lavadora.

(G) Sótanos y garajes. En las viviendas unifamiliares se deben aplicar las siguientes disposiciones:

(1) En todos los sótanos y garajes adjuntos y en los garajes independientes que tengan instalación eléctrica, se debe instalar por lo menos un receptáculo adicional a aquellos para equipo específico.

(2) Cuando una parte del sótano tiene construida uno o más espacios habitables, cada parte independiente no terminada debe tener una salida de receptáculo instalada según se indica en esta sección.

(H) Pasillos. En las unidades de vivienda, los pasillos de 3.0 m (10 pies) o más de longitud deben tener por lo menos una salida de receptáculo.

Para efectos de esta subsección, la longitud del pasillo se mide como la longitud a lo largo de la línea central del pasillo, sin pasar por ninguna puerta.

210.60 Habitaciones de huéspedes, suites de huéspedes, dormitorios y ocupaciones similares.

(A) Generalidades. Las habitaciones o suites de huéspedes de los hoteles, moteles, los cuartos de dormir en los dormitorios y en ocupaciones similares deben tener instaladas salidas de receptáculo o tomacorriente, de acuerdo con las secciones 210.52(A) y 210.52 (D). Las habitaciones o suites de huéspedes que tengan servicios de cocina permanentes deben tener salidas de receptáculo o tomacorriente instaladas de acuerdo con todas las reglas aplicables de la sección 210.52.

(B) Ubicación del tomacorriente. Aplicando las disposiciones de la sección 210.52(A), el número total de salidas de tomacorrientes no debe ser inferior al número mínimo que cumpla con las disposiciones de esa sección. Se permitirá ubicar convenientemente estas salidas de tomacorriente de acuerdo con la disposición permanente de los muebles. Debe haber al menos dos salidas de tomacorriente fácilmente accesibles. Cuando los tomacorrientes estén instalados detrás de la cama, el tomacorriente se debe ubicar de manera que se evite el contacto de la cama con cualquier clavija de conexión que pueda instalarse, o el tomacorriente se debe dotar de un resguardo adecuado.

210.62 Escaparates. Se debe instalar por lo menos una salida de tomacorriente a una distancia no mayor a 450 mm (18 pulgadas) de la parte superior del escaparate por cada 3.7 m lineales (12 pies lineales) o fracción más grande del área del escaparate, medidos horizontalmente en su parte más ancha.

210.63 Salidas para equipos de calefacción, aire acondicionado y refrigeración. Se debe instalar una salida para tomacorriente monofásica de 125 voltios, 15 ó 20 amperios en un lugar accesible para el servicio o mantenimiento de los equipos de calefacción, refrigeración y aire acondicionado. El tomacorriente debe estar situado al mismo nivel y a una distancia no mayor a 7.5 m (25 pies) del equipo de calefacción, refrigeración o aire acondicionado. La salida de tomacorriente no se debe conectar del lado de la carga del dispositivo de desconexión del equipo.

Excepción: No se requiere una salida de tomacorriente en viviendas uni y bifamiliares para el mantenimiento de enfriadores de evaporación.

Nota. Véase la sección 210.8 para los requisitos de interruptores de circuito por falla a tierra.

210.70 Salidas exigidas para alumbrado. Las salidas para alumbrado se deben instalar donde se especifica en las secciones 210.70(A), (B) y (C).

(A) Unidades de vivienda. En las unidades de vivienda, las salidas de alumbrado se deben instalar de acuerdo con las secciones 210.70(A) (1), (A) (2) y (A) (3).

(1) Cuartos habitables. Se debe instalar al menos una salida para alumbrado controlada por un interruptor de pared, en todos los cuartos habitables y cuartos de baño.

Excepción No. 1: En otros recintos diferentes de cuartos de cocina y cuartos de baño se permitirán uno o más tomacorrientes controlados mediante interruptor de pared en lugar de salidas de alumbrado.

Excepción No. 2: Se permitirá que las salidas de alumbrado estén controladas por sensores de ocupaciones que:

(1) Sean adicionales a los interruptores de pared o (2) estén situados donde se instalan normalmente los interruptores de pared y estén

equipados con un control manual adicional que permita que el sensor funcione como interruptor de pared.

(2) Sitios adicionales. Se deben instalar salidas de alumbrado adicionales de acuerdo con las secciones (A) (2) (a), (A) (2) (b) y (A) (2) (c).

(a) Por lo menos una salida de alumbrado controlada con un interruptor de pared, en pasillos, escaleras, garajes adjuntos y garajes separados con energía eléctrica.

(b) Para unidades de vivienda, garajes adjuntos y garajes independientes con energía eléctrica, se debe instalar por lo menos una salida de alumbrado controlada por interruptor de pared para iluminar el lado exterior de las entradas o salidas exteriores con acceso a nivel del piso. Una puerta vehicular en un garaje no se debe considerar como una entrada o salida exterior.

(c) Cuando estén instaladas una o más salidas de alumbrado en escaleras interiores, debe haber un interruptor de pared al nivel de cada piso, y al nivel del descanso que incluya una entrada, para controlar la(s) salida(s) de alumbrado, en los casos en que la escalera entre los niveles de los pisos sea de seis escalones o más.

Excepción a (A) (2) (a), (A) (2) (b) y (A) (2) (c): En pasillos, escaleras y accesos exteriores, se permitirá un control remoto, central o automático del alumbrado.

(3) Espacios para almacenamiento o equipo. En áticos, espacios bajo el piso, cuartos de máquinas y sótanos, se debe instalar por lo menos una salida para alumbrado que incluya un interruptor o controlado por un interruptor de pared, cuando estos espacios se utilizan para almacenamiento o para contener equipo que requiere mantenimiento. Al menos un punto de control debe estar en el punto habitual de entrada a estos espacios. La salida de alumbrado se debe instalar cerca del equipo que necesita mantenimiento.

(B) Habitaciones de huéspedes y suites de huéspedes. En las habitaciones de huéspedes y suites de huéspedes de los hoteles, moteles u ocupaciones similares, debe haber al menos una salida para alumbrado controlada por un interruptor de pared en todos cuartos habitables y cuarto de baño.

Excepción No. 1: En otros recintos diferentes de cuartos de cocina y cuartos de baño se permitirán uno o más receptáculos o tomacorrientes controlados mediante un interruptor de pared en lugar de salidas de alumbrado.

Excepción No. 2: Se permitirá que las salidas de alumbrado estén controladas por sensores de las ocupaciones que: (1) sean adicionales a los interruptores de pared o (2) estén situados donde se instalan normalmente los interruptores de pared y estén equipados con un control manual adicional que permita que el sensor funcione como interruptor de pared.

(C) Otros lugares diferentes de unidades de vivienda. En los áticos o espacios bajo el piso que albergan equipos que requieren mantenimiento, tales como los de calefacción, refrigeración o aire

acondicionado, se debe instalar al menos una salida de alumbrado que incluya un interruptor, o controlada por un interruptor de pared. Al menos un punto de control debe estar en el punto habitual de entrada a estos espacios. La salida de alumbrado se debe instalar cerca del equipo que necesita mantenimiento.

ARTÍCULO 215
Alimentadores

215.1 Alcance. Este Artículo trata de los requisitos de instalación, requisitos de protección contra sobrecorriente, calibre mínimo y ampacidad de los conductores de los alimentadores que alimentan las cargas de los circuitos ramales.

Excepción: Los alimentadores de celdas electrolíticas de los que trata la sección 668.3(C) (1) y (C) (4).

215.2 Valor nominal y calibres mínimos.

(A) Alimentadores a no más de 600 voltios

(1) Generalidades. Los conductores de los alimentadores deben tener una ampacidad no menor a la necesaria para alimentar las cargas calculadas en las Partes III, IV y V del Artículo 220. Los calibres mínimos de los conductores de circuitos alimentadores, antes de la aplicación de cualquier ajuste o de factores de corrección, deben tener una ampacidad permisible no inferior a la carga no continua, más el 125% de la carga continua.

Excepción No. 1: Cuando el ensamble, incluidos los dispositivos para sobrecorriente que protegen el(los) alimentador(es), está listado para operación al 100% de su valor nominal, se permitirá que la ampacidad permisible de los conductores de los alimentadores no sea inferior a la suma de la carga continua más la carga no continua.

Excepción No. 2: Se permitirá que los conductores puestos a tierra que no están conectados a un dispositivo de protección contra sobrecorriente se dimensionen al 100% de las cargas continua y no continua.

El calibre del conductor puesto a tierra del circuito alimentador no debe ser menor al exigido en la sección 250.122, excepto que no se debe aplicar la sección 250.122 (F) cuando los conductores puestos a tierra estén tendidos en paralelo.

Los calibres mínimos adicionales deben ser como se especifican en las secciones 215.2(A) (2), y (A) (3), bajo las condiciones estipuladas.

(2) Ampacidad relativa para los conductores de entrada de la acometida. La ampacidad de los conductores del alimentador no debe ser inferior a la de los conductores de entrada de la acometida, cuando los conductores del alimentador transportan toda la carga suministrada por los conductores de entrada de la acometida con una ampacidad de 55 amperios o menos.

(3) Conductores de unidades de vivienda individuales o de casas móviles. No es necesario que los conductores de los alimentadores para unidades de vivienda individuales o casas móviles sean mayores que los conductores de la acometida. Para los calibres del conductor, se permitirá usar la sección 310.15 (B) (6).

Nota: No. 1: Véanse los ejemplos D1 a D11, en el anexo D.

Nota: No. 2: Los conductores de los alimentadores tal como están definidos en el Artículo 100, con un calibre que evite una caída de tensión superior al 3% en la salida más lejana para cargas de fuerza, calefacción, alumbrado o

cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión de los circuitos alimentadores y ramales hasta la salida más lejana no supere el 5%, ofrecerán una eficiencia de funcionamiento razonable.

Nota: No. 3: Véase la Sección 210.19 (A).

Nota: No. 4, para la caída de tensión de los circuitos ramales.

(B) Alimentadores de más de 600 voltios.

La ampacidad de los conductores debe estar acorde con las secciones 310.15 y 310.60, según corresponda. El calibre del conductor puesto a tierra del circuito alimentador, cuando esté instalado, no debe ser menor al exigido en la sección 250.122, excepto que no se debe aplicar la sección 250.122 (F) cuando los conductores puestos a tierra estén tendidos en paralelo. Los conductores de los alimentadores de más de 600 voltios se deben dimensionar de acuerdo con las secciones 215.2 (B) (1), (B) (2) o (B) (3).

(1) Alimentadores que dan suministro a transformadores. La ampacidad de los conductores de los alimentadores no debe ser inferior a la suma de los valores nominales, indicados en las placas de características de los transformadores alimentados, cuando únicamente se alimentan transformadores.

(2) Alimentadores que dan suministro a transformadores y equipo de utilización. La ampacidad de los alimentadores que dan suministro a una combinación de transformadores y equipo de utilización no debe ser inferior a la suma de los valores nominales, indicados en las placas de características de los transformadores, y al 125% de la carga potencial de diseño del equipo de utilización que funcionará simultáneamente.

(3) Instalaciones supervisadas. En instalaciones supervisadas se puede permitir que las dimensiones del conductor del alimentador sean determinadas por personas calificadas bajo la supervisión de ingeniería. Las instalaciones supervisadas se definen como aquellas partes de la instalación en donde se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) Las condiciones de diseño e instalación se suministran bajo la supervisión de ingeniería.

(2) Personas calificadas con capacitación y experiencia, documentados, en sistemas de más de 600 voltios proveen el mantenimiento, el monitoreo y el servicio del sistema.

215.3 Protección contra sobrecorriente. Los alimentadores deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con lo establecido en la Parte I del Artículo 240. Cuando un alimentador suministra cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no continuas, la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser inferior a la carga no continua, más el 125% de la carga continua.

Excepción No. 1: Cuando el ensamble, incluidos los dispositivos que protegen el (los) alimentador(es) contra sobrecorriente, esté listado para funcionamiento al 100 % de su capacidad nominal, se permitirá que la capacidad nominal en amperios del dispositivo de sobrecorriente no sea menor que la suma de la carga continua más la

carga no continua.

Excepción No. 2: La protección contra sobrecorriente para los alimentadores de más de 600 voltios nominales debe cumplir con lo establecido en la Parte XI del Artículo 240.

215.4 Alimentadores con conductor neutro común.

(A) Alimentadores con neutro común. Se permitirá que hasta tres grupos de alimentadores trifilares o dos grupos de alimentadores tetra o pentafilares utilicen un neutro común.

(B) En canalizaciones o envolventes metálicos. Cuando estén instalados en una canalización u otra envolvente metálica, todos los conductores de todos los alimentadores que usan un conductor neutro común deben estar encerrados en la misma canalización u otra envolvente, como se exige en la sección 300.20.

215.5 Diagramas de los alimentadores. Si lo exige la autoridad con jurisdicción, antes de la instalación de los alimentadores se debe presentar un diagrama que muestre los detalles de estos. Dicho diagrama debe presentar la superficie en metros cuadrados del edificio u otra estructura servida por cada alimentador, la carga total calculada antes de aplicar los factores de demanda, los factores de demanda aplicados, la carga calculada después de aplicar los factores de demanda y el tipo y calibre de los conductores utilizados.

215.6 Conductor de puesta a tierra del equipo del alimentador. Cuando un alimentador dé suministro a circuitos ramales que requieran conductores de puesta a tierra de los equipos, el alimentador debe incluir o proporcionar un conductor de puesta a tierra del equipo, de acuerdo con lo establecido en la sección 250.134, al que se deben conectar los conductores de puesta a tierra de los equipos de los circuitos ramales. Cuando el alimentador dé suministro a un edificio o estructura independiente, se deben aplicar los requisitos de la sección 250.32 (B).

215.7 Conductores no puestos a tierra derivados desde sistemas puestos a tierra. Se permitirá derivar circuitos de c.c. bifilares y de c.a. de dos o más conductores no puestos a tierra, desde los conductores no puestos a tierra de circuitos que tengan un conductor neutro puesto a tierra. Los dispositivos de desconexión en cada circuito derivado deben tener un polo en cada conductor no puesto a tierra.

215.9 Protección de las personas mediante interruptores de circuito contra falla a tierra. Se permitirá que los alimentadores que suministren corriente a circuitos ramales de 15 y 20 amperios para receptáculos estén protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra, en lugar de lo establecido para tales interruptores en las secciones 210.8 y 590.6 (A).

215.10 Protección de equipos contra fallas a tierra. Cada desconectivo de alimentadores de 1000 amperios nominales o más e instalado en un sistema en estrella sólidamente puesto a tierra, con una tensión a tierra de más de 150 voltios pero que no supere los 600 voltios entre fases, debe estar dotado de protección contra fallas a tierra del equipo de acuerdo con las disposiciones de la sección 230.95.

Nota: Para los requisitos de los edificios que tienen ocupaciones para cuidado de la salud, véase la sección 517.17.

Excepción No. 1: Las disposiciones de esta sección no se deben

aplicar a un medio de desconexión para un proceso industrial continuo cuando una parada no ordenada introducirá peligros mayores o adicionales.

Excepción No. 2: Las disposiciones de esta sección no se deben aplicar si la protección del equipo contra fallas a tierra se suministra en el lado de alimentación del alimentador y en el lado de carga de cualquier transformador que dé suministro al alimentador.

215.11 Circuitos derivados de autotransformadores. Los alimentadores no se deben derivar de autotransformadores, a menos que el sistema alimentado tenga un conductor puesto a tierra que esté conectado eléctricamente a un conductor puesto a tierra de la instalación de alimentación del autotransformador.

Excepción No. 1: Se permitirá un autotransformador sin conexión a un conductor puesto a tierra, cuando transforme tensiones de 208 voltios a 240 voltios nominales o de 240 voltios a 208 voltios nominales.

Excepción No. 2: En ocupaciones industriales en las que se asegure que el mantenimiento y supervisión de las instalaciones se harán sólo por personas calificadas, se permitirá autotransformadores que alimenten cargas de 600 voltios nominales a partir de sistemas de 480 voltios nominales, y cargas de 480 voltios a partir de sistemas de 600 voltios nominales, sin conexión a un conductor puesto a tierra similar.

215.12 Identificación de los alimentadores.

(A) Conductor puesto a tierra. El conductor puesto a tierra de un alimentador se debe identificar según lo establecido en la sección 200.6.

(B) Conductor de puesta a tierra del equipo. El conductor de puesta atierra del equipo se debe identificar según lo establecido en la sección 250.119.

(C) Conductores no puestos a tierra. Cuando el sistema de alambrado de los inmuebles tenga alimentadores cuyo suministro provenga de más de un sistema de tensión nominal, cada conductor no puesto a tierra de un alimentador se debe identificar por fase o línea y por sistema en todos los puntos de terminación, conexión y empalme. Se debe permitir que los medios de identificación sean por métodos como código de color separado, cinta de marcado, etiquetado u otros medios aprobados. El método utilizado para conductores que se originen dentro de cada panel de distribución del alimentador o en un equipo similar de distribución del alimentador se debe documentar de manera que esté fácilmente disponible o se debe fijar permanentemente a cada panel de distribución del alimentador o al equipo similar de distribución del alimentador.

ARTÍCULO 220
Cálculos de los circuitos ramales, alimentadores y acometidas

I. Generalidades

220.1 Alcance. Este Artículo establece los requisitos para calcular las cargas de los circuitos ramales, alimentadores y acometidas. La Parte I proporciona los requisitos generales para los métodos de cálculo. La parte II suministra los métodos de cálculo para las cargas de los circuitos ramales. Las Partes III y IV proporcionan los métodos de cálculo para alimentadores y acometidas. La Parte V proporciona los métodos de cálculo para instalaciones agrícolas.

NOTA: Véase la Figura 220.1 relacionada con información sobre la organización del Artículo 220:

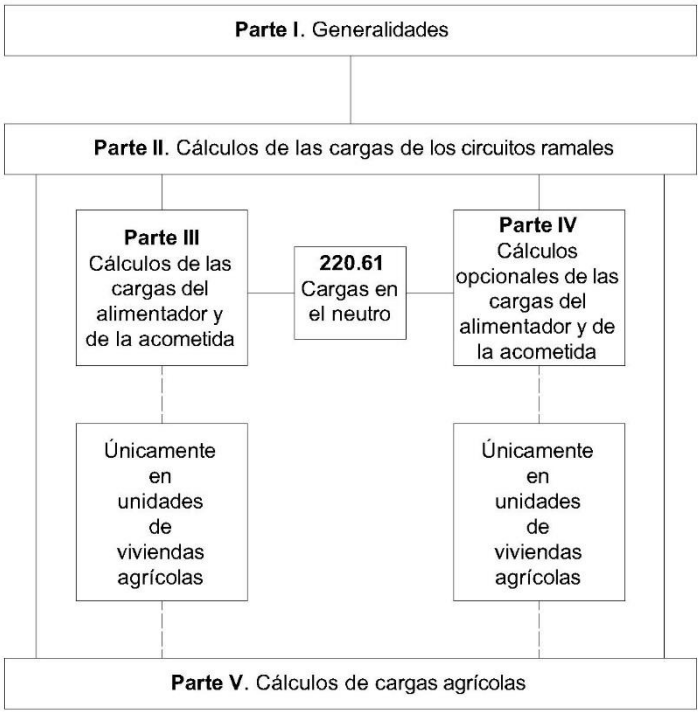


Figura 220.1: Métodos de cálculo para circuitos ramales, alimentadores y acometidas

220.3 Aplicación de otros artículos. En otros artículos que se aplican al cálculo de las cargas en aplicaciones especializadas, existen requisitos proporcionados en la Tabla 220.3 que son adicionales o que modifican a los de este artículo.

220.5 Cálculos.

(A) Tensiones. Si no se especifican otras tensiones para el cálculo de cargas del alimentador y los circuitos ramales, se deben aplicar las tensiones nominales de 120, 120/240, 208Y/120, 240, 347, 480Y/277, 480, 600Y/347 y 600 voltios.

(B) Fracciones de un ampere. Cuando los cálculos den como resultado una fracción de un ampere menor que 0.5, se permitirá la omisión de tales fracciones.

II. Cálculo de las cargas de los circuitos ramales.

220.10 Generalidades. Las cargas de los circuitos ramales se deben calcular como se indica en las secciones 220.12, 220.14 y 220.16

Tabla 220.3: Referencias para el cálculo de carga adicional

Cálculo	Artículo	Sección (o parte)
Dimensionado del conductor del circuito ramal - equipos de aire acondicionado y de refrigeración	440	Parte IV
Capacidad nominal y calibre - los conductores de grúas y montacargas eléctricos	610	610.14
Cálculos de la ampacidad - soldadores eléctricos	630	630.11, 630.31
Máquinas de riego accionadas o controladas eléctricamente	675	675.7 (A), 675.22 (A)
Espacios electrificados para estacionamiento de camiones	626	
Líneas - celdas electrolíticas	668	668.3(C)
Dimensionado del conductor del circuito ramal - galvanoplastia	669	669.5
Factores de demanda del alimentador - elevadores	620	620.14
Caída de tensión (cálculo obligatorio) - bombas contra incendios	695	695.7
Dimensionado del circuito ramal - equipos eléctricos fijos de calefacción para tuberías y recipientes	427	427.4
Dimensionado del circuito ramal - equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente	424	424.3
Dimensionado del circuito ramal - equipos eléctricos fijos exteriores para deshielo y fusión de nieve	426	426.4
Dimensionado del conductor de alimentación - maquinaria industrial	670	670.4 (A)
Cálculos de la carga del alimentador y de la acometida - marinas y muelles	555	555.12
Carga total para determinar el suministro de energía - casas móviles, casas prefabricadas y estacionamientos de casas móviles	550	550.18(B)
Factores de demanda permisibles para sistemas de alambrado eléctrico en estacionamientos - casas móviles, casas prefabricadas y estacionamientos de casas móviles	550	550.31
Dimensionado de los conductores del alimentador para escenarios en estudios de televisión - Estudios de cine, de televisión y lugares similares	530	530.19
Factores de demanda del alimentador - motores	430	430.26
Equipos de carga combinada, de motores y de motores múltiples	430	430.25
Motores, varios motores o un(os) motor(es) y otra(s) carga(s)	430	430.24
Cálculos de circuitos ramales de más de 600 voltios	210	210.19 (B)
Cálculos del alimentador de más de 600 voltios	215	215.2 (B)
Conductores - convertidores de fase	455	455.6
Bases de cálculo - estacionamientos de vehículos recreativos	551	551.73 (A)
Caída de tensión (cálculo obligatorio) - equipo eléctrico sensible	647	647.4 (D)
Dimensionado del circuito y corriente - sistemas solares fotovoltaicos	690	690.8
Calentadores de agua tipo almacenamiento	422	422.11 (E)
Alimentadores de tableros de distribución en escenarios - teatros	520	520.27

220.12 Cargas de alumbrado para ocupaciones específicas. Una carga unitaria, no inferior a la que se especifica en la Tabla 220.12 para las ocupaciones específicas, debe ser la carga de alumbrado mínima. El área del suelo de cada piso se debe calcular a partir de las dimensiones exteriores del edificio, unidad de vivienda u otras áreas involucradas. Para las unidades de vivienda, la superficie calculada del suelo no debe incluir los pórticos abiertos, los garajes ni los espacios no utilizados o sin terminar que no sean adaptables para su uso futuro.

NOTA: Los valores unitarios incluidos se basan en las condiciones de carga mínima y en un factor de potencia del 100% y puede que no proporcionen capacidad suficiente para la instalación contemplada.

Tabla 220.12. Cargas de alumbrado general por tipo de ocupación

Tipo de ocupación	Carga unitaria	
	Volt-Ampere por metro cuadrado	Volt-Ampere por pie cuadrado
Cuarteles y auditorios	11	1
Bancos	39[b]	3½[b]
Barberías y salones de belleza	33	3
Iglesias	11	1
Clubes	22	2
Juzgados	22	2
Unidades de vivienda[a]	33	3
Garajes comerciales (almacenamiento)	6	½
Hospitales	22	2
Hoteles y moteles, incluidos apartamentos sin cocina para los inquilinos[a]	22	2
Edificios industriales y comerciales (áticos)	22	2
Casas de huéspedes	17	1½
Edificios de oficinas	39[b]	3½
Restaurantes	22	2
Escuelas	33	3
Tiendas	33	3
Depósitos (almacenamiento)	3	¼
En cualquiera de las ocupaciones anteriores, excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares Lugares de reunión y auditorios	11	1
Recibidores, pasillos, armarios, escalera	6	½
Espacios de almacenamiento	3	¼

a Véase la sección 220.14(J)

b Véase la sección 220.14(K)

220.14 Otras cargas para todo tipo de ocupaciones. En todo tipo de ocupaciones, la carga mínima para cada salida de receptáculo o tomacorriente de uso general y salidas no utilizadas

para iluminación general no debe ser inferior a las calculadas en las secciones 220.14 (A) hasta (L), las cargas mostradas se basan en la tensión nominal de los circuitos ramales.

Excepción: Se deben descartar de los cálculos las cargas de las salidas que alimentan tableros de distribución y bastidores de conmutación en centrales telefónicas.

(A) Electrodomésticos o cargas específicas. Una salida para un electrodoméstico específico u otra carga no incluida en las secciones 220.14 (B) hasta (L) se debe calcular con base en la corriente nominal del electrodoméstico o carga alimentada.

(B) Secadores eléctricos y electrodomésticos de cocción. Se permitirá efectuar los cálculos de las cargas como se especifica en la sección 220.54 para secadores eléctricos y la 220.55, para estufas eléctricas y otros electrodomésticos de cocción.

(C) Cargas de motor. Las salidas para cargas de motor se deben calcular de acuerdo con los requisitos de las secciones 430.22 y 430.24 y 440.6.

(D) Luminarias. Una salida que alimenta un(as) luminaria(s) se debe calcular con base en el valor máximo nominal en volt-amperios del equipo y las lámparas para la(s) que esté(n) designada(s) dicha(s) luminaria(s).

(E) Portalámparas de trabajo pesado. Las salidas para portalámparas de trabajo pesado se deben calcular a un mínimo de 600 volt-amperios.

(F) Alumbrado de anuncios y de contorno. Las salidas para iluminación de anuncios e iluminación de contorno se deben calcular a un mínimo de 1200 volt-amperios para cada circuito ramal exigido, como se especifica en la sección 600.5 (A).

(G) Escaparates. Los escaparates se deben calcular de acuerdo con cualquiera de los siguientes numerales:

(1) La carga unitaria por salida como se exige en otras disposiciones de esta sección.

(2) A 200 volt-amperios por 300 mm (1 pie) de escaparate.

(H) Ensambles fijos de múltiples salidas. Los ensambles fijos de múltiples salidas, usados en edificios diferentes de unidades de vivienda o en habitaciones de huéspedes o suites de huéspedes, en hoteles o moteles, se deben calcular de acuerdo con (H) (1) o (H) (2). Para los propósitos de esta sección, se permitirá que el cálculo se base en la parte que contiene las salidas de receptáculo.

(1) En el caso de electrodomésticos que sea improbable que se usen simultáneamente, cada 1.5 m (5 pies) o fracción de cada longitud separada y continua se debe considerar como una salida de mínimo 180 volt-amperios

(2) En el caso de electrodomésticos que sea probable que se usen simultáneamente, cada 300 mm (1 pie) o fracción se debe considerar como una salida de mínimo 180 volt-amperios.

(I) Salidas de receptáculo o tomacorriente. Excepto como se establece en las secciones 220.14 (J) y (K), las salidas de receptáculos o tomacorrientes se deben calcular a un mínimo de 180 volt-amperios para cada receptáculo sencillo o para cada receptáculo múltiple en un solo yugo. Una pieza individual de

equipo que conste de un receptáculo o tomacorriente múltiple compuesto de cuatro o más receptáculos, se debe calcular a no menos de 90 volt-amperios por tomacorriente. Esta disposición no se debe aplicar a salidas de receptáculos especificadas en las secciones 210.11 (C) (1) y (C) (2).

(J) Ocupaciones para viviendas. En viviendas unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares y en habitaciones de huéspedes o suites de huéspedes de hoteles y moteles, las salidas especificadas en (J) (1), (J) (2) y (J) (3) están incluidas en los cálculos de carga de alumbrado general de la sección 220.12. No se deben exigir cálculos de carga adicionales para estas salidas.

(1) Todas las salidas de receptáculos o tomacorrientes para uso general de 20 amperios nominales o menos, incluidos los tomacorrientes conectados a los circuitos, en la sección 210.11 (C) (3).

(2) Las salidas de receptáculos especificadas en las secciones 210.52 (E) y (G).

(3) Las salidas de alumbrado especificadas en las secciones 210.70 (A) y (B).

(K) Bancos y edificios de oficinas. En bancos o edificios de oficinas, las cargas del receptáculo o tomacorriente se deben calcular de modo que sean superiores a las que se indican en los numerales (1) o (2):

(1) La carga calculada a partir de 220.14 (I)

(2) 11 volt-amperios/m^2 ó 1 volt-ampere/pie^2

(L) Otras salidas. Otras salidas no cubiertas en las secciones 220.14 (A) hasta (K) se deben calcular con base en 180 volt-amperios por salida.

220.16 Cargas para ampliación de instalaciones existentes.

(A) Unidades de vivienda. Las cargas agregadas a una(s) unidad(es) de vivienda existente(s) deben cumplir con lo siguiente, según corresponda:

(1) Las cargas para ampliaciones estructurales de una unidad de vivienda existente o de una parte de una unidad de vivienda en la que no existía instalación, si superan 46.5 m^2 (500 $pies^2$), se deben calcular de acuerdo con las secciones 220.12 y 220.14.

(2) Las cargas de circuitos nuevos o ampliaciones en unidades de vivienda con una instalación existente, se deben calcular de acuerdo con las secciones 220.12 ó 220.14, según corresponda.

(B) Unidades diferentes de las de viviendas. Las cargas para circuitos nuevos o ampliaciones en unidades que no sean de viviendas, se deben calcular de acuerdo con las secciones 220.12 ó 220.14, según corresponda.

220.18 Cargas máximas. La carga total no debe exceder el valor nominal del circuito ramal y no debe exceder las cargas máximas especificadas en las secciones 220.18(A) hasta (C) bajo las condiciones especificadas aquí.

(A) Cargas accionadas por motor y combinadas. Cuando un circuito alimenta solamente cargas accionadas por motor, se debe aplicar el Artículo 430. Cuando un circuito alimenta solamente equipo

de aire acondicionado, equipo de refrigeración, o ambos, se debe aplicar el Artículo 440. Para circuitos que alimentan las cargas que constan de un equipo de utilización accionado por motor que está fijo en su sitio y que tiene un motor de más de 1/8 hp en combinación con otras cargas, la carga total calculada se debe basar en el 125% de la carga del motor más grande más la suma de las otras cargas.

(B) Cargas inductivas de alumbrado. Para circuitos que alimentan unidades de alumbrado que tengan balastros, transformadores o autotransformadores, la carga calculada se debe basar en valor nominal de corriente total de estas unidades, en amperios, y no en el total de watts de las lámparas.

(C) Cargas de estufas. Se permitirá aplicar los factores de demanda para cargas de estufas de acuerdo con la Tabla 220.55, incluida la Nota 4.

III. Cálculos de las cargas del alimentador y de la acometida.

220.40 Generalidades. La carga calculada de un alimentador o de una acometida no debe ser inferior a la suma de las cargas en los circuitos ramales alimentados, como se determina en la Parte II de este Artículo, después de aplicar cualquier factor de demanda aplicable y permitido por las partes III o IV o exigidos por la Parte V.

> **NOTA:** Véanse los ejemplos D1 (a) a D10 en el anexo D. Véase la sección 220.18 (B) para la carga máxima en amperios, permitida para unidades de alumbrado que operan a menos del 100% del factor de potencia.

220.42 Alumbrado general. Los factores de demanda especificados en la Tabla 220.42 se deben aplicar a la parte de la carga total calculada del circuito ramal para iluminación general. Esos factores no se deben aplicar para calcular el número de circuitos ramales para iluminación general.

Tabla 220.42. Factores de demanda para cargas de alumbrado

Tipo de ocupación	Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (Volt-amperios)	Factor de demanda (%)
Unidades de vivienda	Primeros 3,000 o menos	100
	De 3,001 a 120,000	35
	A partir de 120,000	25
Hospitales *	Primeros 50,000 o menos	40
	A partir de 50,000	20
Hoteles y moteles, incluidos apartamentos sin cocina para los inquilinos*	Primeros 20,000 o menos	50
	De 20,001 a 100,000	40
	A partir de 100,000	30
Depósitos (almacenamiento)	Primeros 12,500 o menos	100
	A partir de 12,500	50
Todos los demás	Volt-amperios totales	100

***** Los factores de demanda de esta Tabla no se deben aplicar a la carga calculada de los alimentadores o acometidas que dan suministro a áreas de hospitales, hoteles y moteles en las que es posible que se deba utilizar toda la iluminación al mismo tiempo, como quirófanos, comedores y salas de baile

220.43 Alumbrado de escaparates y riel de alumbrado.

(A) Escaparates. Para el alumbrado de los escaparates, debe incluirse una carga mínima de 600 volt-ampere/metro lineales o 200 volt-amperios/pie lineales de escaparates, medido horizontalmente a lo largo de su base.

> **NOTA:** Véase la sección 220.14 (G) acerca de los circuitos ramales que alimentan los escaparates.

(B) Rieles de alumbrado. Para rieles de alumbrado en sitios diferentes de unidades de vivienda o habitaciones o suites de huéspedes en hoteles o moteles, se debe incluir una carga adicional de 150 volt-amperios por cada 600 mm (2 pies) de riel de alumbrado o fracción de ellos. Cuando se instalan rieles multicircuitos, se debe considerar que la carga está dividida uniformemente entre los circuitos del riel.

220.44 Cargas de receptáculos o tomacorrientes en unidades diferentes de las de vivienda. Se permitirá que las cargas de receptáculos calculadas de acuerdo con las secciones 220.14 (H) e (I) se calculen sujetas a los factores de demanda de la Tabla 220.42 o la Tabla 220.44.

Tabla 220.44. Factores de demanda para cargas de receptáculos en unidades diferentes de las de vivienda

Parte de la carga del receptáculo a la que se aplica el factor de demanda (volt-amperios)	Factor de demanda (%)
Primeros 10 KVA o menos	100
A partir de 10 KVA	50

220.50 Motores. Las cargas de motores se deben calcular de acuerdo con las secciones 430.24, 430.25 y 430.26 y con la sección 440.6 para motores de compresores herméticos de refrigeración.

220.51 Calefacción eléctrica fija de ambiente. Las cargas para calefacción eléctrica fija de ambiente se deben calcular al 100% de la carga total conectada; sin embargo, en ningún caso el valor nominal de corriente de carga de la acometida o del alimentador debe ser inferior al valor nominal del circuito ramal más grande alimentado.

> *Excepción: Cuando resulte una reducción de carga en los conductores debido a que las unidades funcionan de acuerdo con ciclos de servicio, intermitentemente o no funcionan todos a la vez, la autoridad con jurisdicción puede autorizar que los conductores del alimentador y de la acometida tengan una ampacidad menor al 100%, siempre que los conductores tengan una ampacidad para la carga así calculada.*

220.52 Cargas de electrodomésticos pequeños y lavandería en unidades de vivienda.

(A) Cargas del circuito de electrodomésticos pequeños. En cada unidad de vivienda, la carga se debe calcular a 1500 volt-amperios por cada circuito ramal bifilar para electrodomésticos pequeños tal como se

trata en la sección 210.11 (C) (1). Cuando la carga se subdivida entre dos o más alimentadores, la carga calculada para cada uno debe incluir un mínimo de 1500 volt-amperios por cada circuito ramal bifilar para electrodomésticos pequeños. Se permitirá que estas cargas se incluyan con la carga de alumbrado general y se les aplique los factores de demanda establecidos en la Tabla 220.42.

Excepción: Se permite excluir de los cálculos exigidos por la Sección 220.52, a los circuitos ramales individuales permitidos por la sección 210.52 (B) (1), Excepción No. 2.

(B) Carga del circuito de lavandería. Una carga de no menos de 1500 volt-amperios se debe incluir por cada circuito ramal bifilar para lavandería, instalado tal como se trata en la sección 210.11 (C) (2). Se permitirá que esta carga se incluya con la carga de alumbrado general y se le apliquen los factores de demanda establecidos en la Tabla 220.42.

220.53 Carga para electrodomésticos en unidades de vivienda. Se permitirá aplicar un factor de demanda del 75% a la carga nominal de la placa de características de cuatro o más electrodomésticos fijos en su lugar que no sean estufas eléctricas, secadoras de ropa, equipos de calefacción de ambiente o de aire acondicionado, servidos por el mismo alimentador o acometida en viviendas unifamiliares, bifamiliares o multifamiliares.

220.54 Secadoras eléctricas de ropa en unidades de vivienda. La carga para secadoras eléctricas de ropa en unidades de vivienda debe ser de 5000 watts (volt-amperios) o la capacidad nominal de la placa de características, la que sea mayor, para cada secadora conectada. Se permitirá la aplicación de los factores de demanda de la Tabla 220.54. Cuando dos o más secadoras monofásicas sean alimentadas por un alimentador o acometida trifásica tetrafilar, la carga total se debe calcular con base en el doble del número máximo conectado entre dos fases cualesquiera. Los kilovolt-amperios (kVA) se deben considerar equivalentes a los kilowatts (kW) para las cargas calculadas en esta sección.

220.55 Estufas eléctricas y otros electrodomésticos de cocción en unidades de vivienda. Se permitirá que la carga demandada por estufas eléctricas domésticas, hornos de pared, parrillas en mesones y otros electrodomésticos de cocción con capacidad nominal individual superior a 1 ¾ kW, se calcule de acuerdo con la Tabla 220.55. Los kilovolt-amperios (kVA) se deben considerar equivalentes a los kilowatts (kW) para las cargas calculadas según esta sección.

Cuando haya dos o más estufas monofásicas alimentadas por un alimentador o una acometida trifásica tetrafilar, la carga total se debe calcular sobre la base del doble del número máximo conectado entre dos fases cualesquiera.

Nota No. 1: Véase el ejemplo D5(A), en el anexo D.

Nota No. 2: Véase la Tabla 220.56 para equipos de cocción comerciales.

Nota No. 3: Véanse los ejemplos del anexo D.

220.56 Equipos de cuartos de cocina en unidades diferentes de las de vivienda. Se permitirá calcular las cargas de los equipos eléctricos de cocción comerciales, calentadores de agua de los lavaplatos, calentadores de agua y otros equipos de los cuartos de cocina, de acuerdo con la Tabla 220.56.

Estos factores de demanda se deben aplicar a todos los equipos que tengan control termostático o uso intermitente como equipo de cocina. No se deben aplicar a calentadores de ambiente ni a equipos de

ventilación o aire acondicionado.

Sin embargo, en ningún caso la carga calculada del alimentador o de la acometida debe ser menor que la suma de las dos mayores cargas de los equipos del cuarto de cocina.

Tabla 220.54. Factores de demanda para secadoras eléctricas domésticas de ropa.

Número de secadoras	Factor de demanda (100%)
1 - 4	100
5	85
6	75
7	65
8	60
9	55
10	50
11	47
12 - 23	47% menos 1% por cada secadora que exceda el número de 11
24 - 42	35% menos 0.5% por cada secadora que exceda el número de 23
43 y más	25%

220.60 Cargas no coincidentes. Cuando es improbable que se utilicen simultáneamente dos o más cargas no coincidentes, al calcular la carga total de un alimentador o acometida se permitirá usar solamente la(s) mayor(es) carga(s) que se usará(n) a la vez.

220.61 Carga del neutro del alimentador o la acometida.

(A) Cálculo básico. La carga del neutro del alimentador o de la acometida debe ser el máximo desequilibrio de la carga determinado por este artículo. La carga máxima no equilibrada debe ser la carga neta máxima calculada entre el conductor neutro y cualquier otro conductor no puesto a tierra.

Excepción: Para sistemas bifásicos trifilares o bifásicos pentafilares, la carga máxima no equilibrada debe ser la carga neta máxima calculada entre el conductor neutro y cualquier otro conductor no puesto a tierra multiplicada por 140%.

(B) Reducciones permitidas. Se permitirá que una acometida o un alimentador que alimente las siguientes cargas tengan un factor de demanda adicional de 70% que se aplica a la cantidad indicada en 220.61 (B) (1) o una parte de la cantidad indicada en 220.61 (B) (2) determinada según el cálculo básico.

(1) Para un alimentador o acometida que alimente estufas eléctricas domésticas, hornos de pared, parrillas de mesón y secadoras eléctricas, cuando la carga

máxima no equilibrada se ha determinado según la Tabla 220.55 para estufas y la Tabla 220.54 para secadora

Tabla 220.55. Factores de demanda y cargas para estufas eléctricas domésticas, hornos de pared, parrillas en mesetas y otros electrodomésticos de cocción de más de 1 ¾ kW nominales

Factor de demanda (%) (Véanse las notas)			
Número de Electrodomésticos	**Columna A** (menos de 3½ Kw nominales)	**Columna B** (de 3½ a 8¾ Kw nominales)	**Columna C** Demanda máxima (Kw) (veánse las notas no más de 12 Kw nominales)
1	80	80	8
2	75	65	11
3	70	55	14
4	66	50	17
5	62	45	20
6	59	43	21
7	56	40	22
8	53	36	23
9	51	35	24
10	49	34	25
11	47	32	26
12	45	32	27
13	43	32	28
14	41	32	29
15	40	32	30
16	39	28	31
17	38	28	32
18	37	28	33
19	36	28	34
20	35	28	35
21	34	26	36
22	33	26	37
23	32	26	38
24	31	26	39
25	30	26	40
26-30	30	24	15 kW + 1 kW por cada estufa
31-40	30	22	
41-50	30	20	25 kW + ¾ kW por cada estufa
51-60	30	18	
61 y más	30	16	

Notas:

1. Todas las estufas del mismo valor nominal y de más de 12 kW hasta 27 kW. Para estufas individuales de más de 12 kW pero máximo 27 kW nominales, se debe aumentar la demanda máxima de la columna C un 5 % por cada kilowatt nominal adicional o mayor fracción por la cual la estufa excede los 12 kW.
2. Estufas de más de 8 ¾ kW hasta 27 kW de distinto valor nominal. Para estufas con potencia individual nominal de más de 8 ¾ kW y de diferente capacidad nominal, pero que no superen los 27 kW, se debe calcular un valor nominal promedio sumando las capacidades nominales de todas las estufas para obtener la carga total conectada (usando 12 kW por cada estufa de menos de 12 kW nominal) y dividiendo entre el número total de estufas. Después se debe aumentar la demanda máxima de la columna C un 5 % por cada kilowatt o mayor fracción en que este valor promedio exceda de 12 kW.
3. De más de 1 ¾ kW hasta 8 ¾ kW. En lugar del método proporcionado por la columna C, se permitirá sumar el valor nominal de la placa de características de todos los electrodomésticos de cocción de más de 1 ¾ kW nominales pero de máximo 8 ¾ kW y multiplicar la suma por los factores de demanda especificados en las columnas A o B, para el número dado de electrodomésticos. Cuando el valor nominal de los electrodomésticos de cocción corresponda a ambas columnas A y B, se deben aplicar los factores de demanda de cada columna a los electrodomésticos de esa columna y sumar los resultados.
4. Carga del circuito ramal: se permitirá calcular la carga del circuito ramal de una estufa de acuerdo con la Tabla 220.55. La carga del circuito ramal para un horno de pared o una parrilla de mesón debe ser el valor nominal de la placa de características del electrodoméstico. La carga de un circuito ramal de una parrilla de mesón y máximo dos hornos de pared, conectados todos al mismo circuito ramal y situados en la misma estufa, se debe calcular sumando los valores nominales de la placa de características de cada electrodoméstico y considerando ese total como equivalente a una estufa.
5. Esta Tabla se aplica también a electrodomésticos de cocción de más de 1 ¾ kW nominales utilizados en programas educativos.

(2) Aquella parte de la carga en desequilibrio superior a 200 amperios cuando la alimentación de la acometida o del alimentador proviene de un sistema c.c. trifilar o c.a. monofásico; o de un sistema trifásico tetrafilar o bifásico trifilar; o de un sistema bifásico pentafilar.

(C) Reducciones prohibidas. No debe haber reducción alguna de la capacidad del conductor neutro o del conductor puesto a tierra que se aplique a la cantidad indicada en 220.61 (C) (1) o a parte de la cantidad indicada en (C) (2), con respecto a la determinada mediante el cálculo básico:

(1) Ninguna parte de un circuito trifilar que conste de 2 conductores no puestos a tierra y el conductor neutro de un sistema trifásico tetrafilar conectado en estrella.

(2) Aquella parte que conste de cargas no lineales alimentadas por un sistema trifásico tetrafilar conectado en estrella.

Nota No. 1: Véanse los ejemplos D1 (a), D1 (b), D2 (b), D4 (a) y D5 (a) del anexo.

Nota No. 2: Un sistema trifásico tetrafilar conectado en estrella utilizado para alimentar cargas no lineales, puede requerir que el sistema de energía esté diseñado de modo que permita que pasen por el conductor neutro corrientes con alto contenido de armónicos.

IV. Cálculos opcionales de las cargas del alimentador y de la acometida

220.80 Generalidades. Se permitirán los cálculos opcionales de las cargas del alimentador y de la acometida de acuerdo con la parte IV.

220.82 Unidades de vivienda.

(A) Cargas del alimentador y de la acometida. Esta sección se aplica a unidades de vivienda cuya carga conectada total es abastecida por un conjunto de conductores de acometida o del alimentador, trifilar, de 120/240 voltios o 208Y/120 voltios con una ampacidad de 100 o superior. Se permitirá calcular las cargas del alimentador y de la acometida de acuerdo con esta sección, en lugar del método especificado en la parte III de este artículo. La carga calculada debe ser el resultado de sumar las cargas de la sección 220.82 (B) y (C). Se permitirá que los conductores del alimentador y de entrada de la acometida cuya carga calculada sea determinada mediante este cálculo opcional, tengan la carga del neutro determinada por la sección 220.61.

(B) Cargas generales. La carga general calculada no debe ser inferior al 100% de los primeros 10 kVA más el 40% del remanente de las siguientes cargas:

(1) 33 volt-amperios/m^2 ó 3 volt-amperios/pie^2 para alumbrado general y receptáculos de uso general. El área del suelo de cada piso se debe calcular a partir de las dimensiones exteriores de la unidad de vivienda. La superficie calculada del suelo no debe incluir los pórticos abiertos, los garajes ni los espacios no utilizados o sin terminar que no sean adaptables para su uso futuro.

(2) 1500 volt-amperios por cada circuito ramal bifilar de 20 amperios para pequeños electrodomésticos, y por cada circuito ramal para lavandería contemplados en las secciones 210.11(C) (1) y (C) (2).

(3) El valor nominal de la placa de características de los siguientes elementos:

a. Todos los electrodomésticos que estén fijos en su sitio, conectados permanentemente o localizados para conectarlos a un circuito específico.

b. Estufas, hornos de pared, parrillas de mesón.

c. Secadoras de ropa que no están conectadas al circuito ramal de lavandería que se especifica en el numeral (2).

d. Calentadores de agua.

(4) El valor nominal de la placa de características en amperios o kVA de todos los motores conectados permanentemente que no se incluyen en el numeral (3).

(C) Cargas de calefacción y aire acondicionado. Se debe incluir la mayor de las seis posibilidades siguientes (carga en kVA).

(1) 100% de el (los) valor (es) nominal(es) de la placa de características del aire acondicionado y la refrigeración.

(2) 100% de el (los) valor (es) nominales de la placa de características de las bombas de calor cuando la bomba de calor se utiliza sin ningún calentador eléctrico complementario.

(3) 100% de el (los) valor (es) nominales de la placa de características del compresor de la bomba de calor y 65% del calentador eléctrico complementario, para los sistemas eléctricos centrales de calefacción de ambiente. Si se evita que el compresor de la bomba de calor funcione al mismo tiempo que el calentador complementario, no es necesario sumarlo al calentador complementario para la carga total de la calefacción central de ambiente.

(4) 65% de el (los) valor (es) nominal(es) de la placa de características de la calefacción eléctrica de ambiente, si son menos de cuatro unidades controladas separadamente.

(5) 40% de el (los) valor (es) nominal(es) de la placa de características de la calefacción eléctrica de ambiente, si es de cuatro o más unidades controladas separadamente.

(6) 100% de el (los) valor (es) nominal(es) de la placa de características del almacenamiento térmico eléctrico y otros sistemas de calefacción en los que se espera que la carga usual sea continua al valor total de la placa de características. Los sistemas que califican según esta selección no se deben calcular bajo ninguna otra selección en la sección 220.82(C).

220.83 Unidades de vivienda existentes. Se permitirá utilizar esta sección para determinar si el alimentador o la acometida existente tienen capacidad suficiente para alimentar cargas adicionales. Cuando la unidad de vivienda es alimentada por una acometida trifilar de 120/240 voltios o 208Y/120 voltios, se permitirá el cálculo de la carga total de acuerdo con la sección 220.83 (A) o (B).

(A) Cuando no se va a instalar equipo adicional de aire acondicionado o de calefacción eléctrica de ambiente. Se debe usar la siguiente fórmula para cargas

existentes y nuevas cargas adicionales.

Carga (kVA)	Porcentaje de carga
Primeros 8 kVA de carga al	100
Carga restante al	40

En los cálculos de la carga se debe incluir lo siguiente:

(1) Iluminación general y receptáculos de uso general a 33 volt-amperios/m^2 ó 3 volt-amperios/pie^2 determinados según la sección 220.12.

(2) 1500 volt-amperios por cada circuito ramal bifilar de 20 amperios para pequeños electrodomésticos, y por cada circuito ramal para lavandería, como se especifica en las secciones 210.11(C) (1) y (C) (2).

(3) El valor nominal de la placa de características de los siguientes elementos:

a. Todos los electrodomésticos que estén fijos en su sitio, conectados permanentemente o localizados para conectarlos a un circuito específico.

b. Estufas, hornos de pared, parrillas de mesón.

c. Secadoras de ropa que no están conectadas al circuito ramal de lavandería que se especifica en el numeral (2).

d. Calentadores de agua.

(B) Cuando se va a instalar equipo adicional de aire acondicionado o de calefacción eléctrica de ambiente.

Se debe usar la siguiente fórmula para cargas existentes y nuevas cargas adicionales. Se debe usar la mayor carga conectada de aire acondicionado o de calefacción de ambiente, pero no ambas.

Carga	Porcentaje de carga
Equipo de aire acondicionado	100
Calefacción eléctrica central de ambiente	100
Menos de cuatro unidades de calefacción de ambiente controladas independientemente	100
Primeros 8 kVA de todas las otras cargas	100
Carga restante de todas las otras cargas	40

Las otras cargas deben incluir las siguientes:

(1) Receptáculos de alumbrado general y uso general a 33 volt-amperios/m^2 ó 3 volt-amperios/pie^2 determinados según 220.12.

(2) 1500 volt-amperios por cada circuito ramal bifilar de 20 amperios para pequeños electrodomésticos, y por cada circuito ramal para lavandería, como se especifica en las secciones 210.11(C) (1) y (C) (2).

(3) El valor nominal de la placa de características de los siguientes elementos:

a. Todos los electrodomésticos que estén fijos en su sitio, conectados permanentemente o localizados para conectarlos a un circuito específico.

b. Estufas, hornos de pared, parrillas de mesón.

c. Secadoras de ropa que no están conectadas al circuito ramal de lavandería que se especifica en el numeral (2).

d. Calentadores de agua.

220.84 Viviendas multifamiliares.

(A) Cargas del alimentador o de la acometida. Se permitirá calcular la carga del alimentador o de la acometida que alimenta tres o más unidades de una vivienda multifamiliar según la Tabla 220.84, en lugar de la Parte III de este artículo, cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

(1) Ninguna unidad de vivienda esté alimentada por más de un alimentador.

(2) Cada unidad de vivienda tenga equipo eléctrico de cocción.

Excepción: Cuando la carga calculada para viviendas multifamiliares sin equipos de cocción eléctricos, de acuerdo con la parte III de este artículo, supera la calculada de acuerdo con la parte IV para carga idéntica, más los equipos de cocción eléctricos (con base en 8 kW por unidad), se permitirá aplicar la menor de las dos cargas.

(3) Cada unidad de vivienda esté equipada con calefacción eléctrica de ambiente, aire acondicionado o ambos. Los conductores de los alimentadores y las acometidas cuya carga calculada sea determinada mediante este cálculo opcional, podrán tener determinada la carga del neutro tal como lo establece la sección 220.61.

(B) Cargas de la vivienda. Las cargas de la vivienda se deben calcular de acuerdo con la parte III de este artículo y se deben sumar a las cargas de unidades de vivienda calculadas de acuerdo con la Tabla 220.84.

(C) Cargas conectadas. La carga calculada a la que se aplica los factores de demanda de la Tabla 220.84, deben incluir las siguientes:

(1) 33 volt-amperios/m^2 o 3 volt-amperios/pie^2 para alumbrado y receptáculos o tomacorrientes de uso general.

(2) 1500 volt-amperios por cada circuito ramal bifilar de 20 amperios para pequeños

electrodomésticos, y por cada circuito ramal para lavandería, como se especifica en las secciones 210.11 (C) (1) y (C) (2).

(3) El valor nominal de la placa de características de los siguientes elementos:

a. Todos los electrodomésticos que estén fijos en su sitio, conectados permanentemente o localizados para conectarlos a un circuito específico.

b. Estufas, hornos de pared, parrillas de mesón.

c. Secadoras de ropa que no están conectadas al circuito ramal de lavandería que se especifica en el numeral (2).

d. Calentadores de agua.

(4) El valor nominal en amperios o KVA de la placa de características de todos los motores conectados permanentemente y que no se incluyen en el numeral (3).

(5) La mayor de las cargas del equipo de aire acondicionado o de la carga fija eléctrica de calefacción de ambiente.

220.85 Dos unidades de vivienda. Cuando dos unidades de vivienda están alimentadas por un solo alimentador y la carga calculada en la parte III de este artículo supera la de tres unidades idénticas, calculada de acuerdo con la sección 220.84, se permitirá aplicar la menor de las dos cargas.

220.86 Escuelas o Instituciones de enseñanza. Para Escuelas o instituciones de enseñanza se permitirá aplicar el cálculo de la carga de un alimentador o acometida de acuerdo con la Tabla 220.86 en lugar de la parte III de este artículo, cuando estén equipadas con calefacción eléctrica de ambiente, aire acondicionado o ambos. La carga conectada a la que se aplican los factores de demanda de la Tabla 220.86 debe incluir todo el alumbrado interior y exterior, fuerza, calentadores de agua, equipos de cocción, otras cargas, y la mayor carga entre la del aire acondicionado y la calefacción eléctrica de ambiente del edificio o estructura.

Tabla 220.84. Cálculos opcionales - Factores de demanda para tres o más unidades de vivienda multifamiliar.

Número de unidades de viviendas	Factor de demanda (%)
3 - 5	45
6 - 7	44
8 - 10	43
11	42
12 - 13	41
14 - 15	40
16 - 17	39
18 - 20	38
21	37
22 - 23	36
24 - 25	35
26 - 27	34
28 - 30	33
31	32
32 - 33	31
34 - 36	30
37 - 38	29

39 - 42	28
43 - 45	27
46 - 50	26
51 - 55	25
56 - 61	24
62 y más	23

Se permitirá que los conductores de los alimentadores y de las acometidas cuya carga calculada sea determinada por este cálculo opcional tengan una carga de neutro, determinada por la sección 220.61. Cuando se calcule la carga del edificio o estructura por este método opcional, los alimentadores dentro del edificio o estructura deben tener la ampacidad como se permite en la parte III de este artículo; sin embargo, no se exigirá que la ampacidad de un alimentador individual sea superior a la ampacidad de todo el edificio.

Esta Sección no se aplica a edificios portátiles de aulas.

Tabla 220.86. Método opcional - Factores de demanda para los conductores de alimentadores y acometidas para instituciones de enseñanza

Carga conectada	Factor de demanda (porcentaje)
Los primeros 33 VA/m² (3 VA/pie²)	100
Más de 33 hasta 220 VA/m² (3 a 20 VA/pie²)	75
Los restantes de más de 220 VA/m² (20 VA/pie²)	25

220.87 Determinación de las cargas existentes. Se permitirá que para el cálculo de la carga del alimentador o de la acometida para las instalaciones existentes, se use la demanda máxima presente con el fin de determinar la carga existente bajo las siguientes condiciones:

(1) Que existan datos de demanda máxima de todo un año.

Excepción: Si no existen datos de demanda máxima de todo un año, se permitirá que la carga calculada se base en la demanda máxima (medición de la demanda promedio de energía durante un período de 15 minutos) registrada continuamente durante un período de 30 días como mínimo, usando un amperímetro registrador o medidor de energía conectado a la fase de mayor carga del alimentador o de la acometida, con base en la carga inicial al comienzo del registro. El registro debe reflejar la demanda máxima del alimentador o de la acometida, por hacerse las mediciones cuando el edificio o el espacio estén ocupados y debe incluir, por medición o cálculo, la mayor carga de los equipos de calefacción o aire acondicionado, y otras cargas que pueden ser de naturaleza periódica debido a condiciones dadas por las estaciones o similares.

(2) Que la demanda máxima al 125 % más la nueva carga no supere la ampacidad del alimentador o el valor nominal de la acometida.

(3) Que el alimentador tenga un dispositivo de protección contra sobrecorriente de acuerdo con la sección 240.4 y que la acometida tenga protección contra sobrecarga, de acuerdo con la sección 230.90.

220.88 Restaurantes nuevos. Se permitirá hacer el cálculo de la carga del alimentador o de la acometida de un restaurante nuevo, cuando el alimentador abastece la carga total, de acuerdo a lo permitido en la Tabla 220.88 en lugar de la parte III de este artículo.
La protección contra sobrecarga de los conductores de la acometida debe cumplir lo establecido en las secciones 230.90 y 240.4.
No se exigirá que los conductores del alimentador sean de mayor ampacidad que los de la acometida.
Los conductores de la acometida o del alimentador, cuya carga se determine mediante este cálculo opcional, podrán tener la carga del neutro determinada según la sección 220.61.

Tabla 220.88. Método opcional – Cálculos de la carga permitida para los conductores del alimentador y de la acometida para restaurantes nuevos.

Carga total conectada (kVA)	Todas las cargas eléctricas calculadas para el restaurante (kVA)	No todas las cargas eléctricas calculadas para el restaurante (kVA)
0-200	80%	100%
201-325	10% (de la cantidad sobre 200) + 160.0	50% (de la cantidad sobre 200) + 200.0
326-800	50% (de la cantidad sobre 325) + 172.5	45% (de la cantidad sobre 325) + 262.5
Más de 800	50% (de la cantidad sobre 800) + 410.0	20% (de la cantidad sobre 800) + 476.3

Nota: Para calcular la carga total conectada, sume todas las cargas eléctricas, incluyendo tanto las de la calefacción como las de refrigeración.
Seleccione de la Tabla el factor de demanda aplicable y multiplique la carga total conectada por este único factor de demanda.

V. Cálculos de cargas en instalaciones agrícolas.

220.100 Generalidades. Las cargas en instalaciones agrícolas se deben calcular según la parte V.

220.102 Cargas en instalaciones agrícolas - Edificios y otras cargas.

(A) Unidades de vivienda. La carga del alimentador o de la acometida de una vivienda en una instalación agrícola se debe calcular de acuerdo con lo establecido en la parte III o IV de este artículo. Si la vivienda tiene calefacción eléctrica y la instalación agrícola tiene sistemas eléctricos para el secado del grano, no se debe aplicar la parte IV de este artículo para calcular la carga de la vivienda, cuando las cargas de la vivienda y de la instalación agrícola son alimentadas por una acometida común.

(B) Unidades diferentes de las de vivienda. Cuando un alimentador o una acometida alimentan a un edificio de la instalación agrícola u otra carga con dos o más circuitos ramales separados, la carga de los alimentadores, de los conductores de la acometida y del equipo de acometida se debe calcular con factores de demanda no inferiores a los indicados en la Tabla 220.102.

220.103 Cargas en instalaciones agrícolas - Total: Cuando son alimentadas por una acometida común, la carga total de los conductores de la acometida y del equipo de acometida de la instalación agrícola se debe calcular de acuerdo con la carga de la unidad de vivienda de la instalación agrícola y los factores de demanda especificados en la Tabla 220.103. Cuando haya equipos en dos o más edificios de la instalación agrícola o cargas que tengan la misma función, dichas cargas se deben calcular de acuerdo con la Tabla 220.102 y se permitirá combinarlas como una sola carga para aplicar la Tabla 220.103 y calcular la carga total.

Tabla 220.102. Método para calcular las cargas de instalaciones agrícolas diferentes de las unidades de vivienda

Carga en amperios a 240 voltios máximo	Factor de demanda (%)
Cargas que se espera que funcionen simultáneamente, pero a no menos del 125% de la corriente de plena carga del motor más grande y no menor a los primeros 60 amperios de carga	100
Siguientes 60 amperios de todas las demás cargas	50
Resto de las otras cargas	25

ARTÍCULO 225
Circuitos ramales y alimentadores exteriores

225.1 Alcance. Este Artículo trata de los requisitos que deben cumplir los circuitos ramales y alimentadores exteriores tendidos sobre o entre dos edificios, estructuras o postes en los inmuebles; y de los equipos eléctricos y el alambrado para la alimentación de los equipos de utilización que estén situados o fijos a la parte exterior del edificio, estructuras o postes.

> **Nota:** Para más información sobre alambrado de más de 600 voltios, véase el National Electrical Safety Code, ANSI C2-2007.

225.2 Otros Artículos. La aplicación de otros artículos, incluidos los requisitos adicionales para casos específicos de equipo y conductores se indica en la Tabla 225.2.

Tabla 225.2. Otros artículos

Equipo / Conductores	Artículo
Circuitos ramales	210
Circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada	725
Circuitos de comunicaciones	800
Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión	820
Conductores para alambrado general	310
Máquinas de riego accionadas o controladas eléctricamente	675
Anuncios luminosos eléctricos e iluminación de contorno	600
Alimentadores	215
Sistemas de alarma contra incendios	760
Equipo eléctrico fijo exterior para deshielo y fusión de nieve	426
Edificios flotantes	553
Puesta a tierra	250
Lugares (clasificados como) peligrosos	500
Lugares (clasificados como) peligrosos - Específicos	510
Marinas y muelles	555
Alambrado sostenido por cable mensajero	396
Casas móviles, casas prefabricadas y estacionamientos de casas móviles	550
Alambre a la vista sobre aisladores	398
Más de 600 voltios nominales, generalidades	490
Protección contra sobrecorriente	240
Equipo de radio y televisión	810
Acometidas	230
Sistemas solares fotovoltaicos	690
Piscinas, fuentes e instalaciones similares	680
Uso e identificación de conductores puestos a tierra	200

I. Generalidades

225.3 Cálculo de cargas de 600 voltios nominales o menos.

(A) Circuitos ramales. La carga de un circuito ramal exterior debe ser la que se determina de acuerdo con la sección 220.10.

(B) Alimentadores. La carga de un alimentador exterior debe ser la que se determina en la parte III del Artículo 220.

225.4 Cubierta de los conductores. Cuando pasen a una distancia dentro de 3.0 m (10 pies) de cualquier edificio u otra estructura diferente de postes o torres de soporte, los conductores a la vista aéreos individuales deben estar aislados o cubiertos. Los conductores en cables o canalizaciones, excepto los cables de tipo MI, deben llevar cubierta de goma o de tipo termoplástico y en lugares mojados deben cumplir lo establecido en la sección 310.8. Los conductores para iluminación colgante deben estar cubiertos de goma o de aislante termoplástico.

> *Excepción: Se permitirá que los conductores de puesta a tierra de los equipos y los conductores de los circuitos puestos a tierra estén desnudos o cubiertos, como se permita específicamente en otra parte de este Código.*

225.5 Calibre de los conductores de 600 voltios nominales o menos. La ampacidad de los conductores de los circuitos ramales exteriores y de los conductores de alimentadores debe cumplir lo establecido en la sección 310.15, con base en las cargas determinadas de acuerdo con la sección 220.10 y la Parte III del Artículo 220.

225.6 Calibre y soporte de los conductores.

(A) Tramos aéreos. Los conductores individuales a la vista no deben ser de calibres inferiores a los siguientes:

(1) Para 600 voltios nominales o menos, de cobre 10 AWG o de aluminio 8 AWG para tramos hasta de 15 m (50 pies) de longitud; y de cobre 8 AWG o de aluminio 6 AWG para un tramo más largo, a menos que estén sostenidos por un alambre mensajero.

(2) Para más de 600 voltios nominales, de cobre 6 AWG o de aluminio 4 AWG en caso de conductores individuales a la vista, y cobre 8 AWG o aluminio 6 AWG cuando están dentro de un cable.

(B) Iluminación colgante. Los conductores aéreos de la iluminación colgante no deben ser inferiores a 12 AWG, a menos que los conductores estén sostenidos por cables mensajeros. En todos los tramos de más de 12 m (40 pies), los conductores deben ir sostenidos por cable mensajero. El cable mensajero debe ir sostenido por aisladores que soporten la tensión mecánica. Los conductores o los cables mensajeros no deben ir conectados a ninguna salida de incendio, ni a conducto de desagüe ni a equipo de plomería.

225.7 Equipo de alumbrado instalado en el exterior.

(A) Generalidades. Los circuitos ramales para la alimentación de equipos de alumbrado instalados en el exterior deben cumplir con el Artículo 210 y las secciones 225.7 (B) hasta (D).

(B) Neutro común. La ampacidad del conductor neutro no debe ser inferior a la corriente de la carga máxima neta calculada entre el conductor neutro y todos los conductores no puestos a tierra conectados a cualquiera de las fases del circuito.

(C) 277 voltios a tierra. Se pueden emplear circuitos que superen los 120 voltios nominales entre conductores y que no superen los 277 voltios nominales a tierra, para alimentar luminarias de áreas exteriores de edificios industriales, edificios de oficinas, instituciones de enseñanza, tiendas y otros edificios públicos o comerciales en los que las luminarias no estén a menos de 900 mm (3 pies) de las ventanas, plataformas, salidas de incendios y similares.

(D) 600 voltios entre conductores. Se permitirá emplear circuitos que superen los 277 voltios nominales a tierra y no superen los 600 voltios nominales entre conductores, para alimentar los equipos auxiliares de lámparas de descarga eléctrica, de acuerdo con la sección 210.6 (D) (1).

225.10. Alambrado de los edificios. Se permitirá la instalación de cables exteriores sobre las superficies de los edificios para circuitos de máximo 600 voltios nominales, como cables a la vista sobre aisladores, cables multiconductores, cables de Tipos MC, UF, MI, cables sostenidos por cables mensajeros, en conduit metálico rígido, en conduit metálico intermedio, en conduit rígido no metálico, en bandejas portacables, ensamble de cables aislados en Gabinete (cablebus), en canalizaciones, en canales auxiliares, en tubería eléctrica metálica, en conduit metálico flexible, en conduit metálico flexible hermético a los líquidos, en conduit no metálico flexible hermético a los líquidos y barras canalizadas. Los circuitos de más de 600 voltios nominales se deben instalar como prevé la sección 300.37.

225.11 Entradas y salidas de los circuitos. Cuando los circuitos externos alimentadores o ramales entran o salen de un edificio, se deben aplicar los requisitos de las secciones 230.52 y 230.54.

225.12 Soportes de los conductores a la vista. Los conductores a la vista deben estar apoyados en aisladores de vidrio o porcelana, armazones, perchas, abrazaderas o aisladores que soporten tensión mecánica.

225.14 Separación de los conductores a la vista.

(A) De 600 voltios nominales o menos. Los conductores de 600 voltios nominales o menos deben cumplir las separaciones establecidas en la Tabla 230.51(C).

(B) De más de 600 voltios nominales. Los conductores de más de 600 voltios nominales deben cumplir las separaciones establecidas en las secciones 110.36 y 490.24.

(C) Separación de otros circuitos. Los conductores a la vista deben estar separados de los conductores a la vista de otros circuitos o sistemas por no menos de 100 mm (4 pulgadas).

(D) Conductores en postes. Los conductores en postes, cuando no estén instalados en perchas o abrazaderas, deben tener una separación no inferior a 300 mm (1 pie). Entre los conductores apoyados en postes debe quedar un espacio ascendente horizontal, no inferior a lo siguiente:

(1) Conductores de energía por debajo de conductores de comunicaciones -750 mm (30 pulgadas).

(2) Conductores de energía solos o sobre conductores de comunicaciones:

a. 300 voltios o menos - 600 mm (24 pulgadas).
b. Más de 300 voltios - 750 mm (30 pulgadas).

(3) Conductores de comunicaciones por debajo de los conductores de energía - Igual que los conductores de energía.

(4) Conductores de comunicaciones solos - Sin requisitos.

225.15 Soportes sobre edificios. Los soportes sobre un edificio deben cumplir lo establecido en la sección 230.29.

225.16 Fijación a edificios.

(A) Punto de fijación. El punto de fijación a un edificio debe cumplir lo establecido en la sección 230.26.

(B) Medios de fijación. Los medios de fijación a un edificio deben cumplir lo establecido en la sección 230.27.

225.17 Mástiles como soportes. Cuando se usa un mástil para soportar los tramos finales de los alimentadores o los circuitos ramales, éste debe tener la resistencia adecuada o estar sujeto mediante abrazaderas o tensores que soporten con seguridad el esfuerzo impuesto por el tramo aéreo.
Cuando se usan mástiles tipo canalización, todos los herrajes de la canalización deben estar identificados para uso con mástiles. Se permitirá que únicamente los conductores del circuito ramal o del alimentador que se especifican en esta sección se fijen al mástil del alimentador y/o al mástil del circuito ramal.

225.18 Distancia para conductores y cables aéreos. Los tramos aéreos de conductores a la vista y cables multiconductores a la vista de máximo 600 voltios nominales deben tener una distancia no inferior a las siguientes:

(1) 3.0 m (10 pies) sobre el suelo terminado, aceras o cualquier plataforma o saliente desde los que se puedan alcanzar, cuando la tensión no sea superior a 150 voltios a tierra y sean accesibles sólo a los peatones.

(2) 3.7 m (12 pies) sobre propiedades residenciales y accesos vehiculares y sobre las áreas comerciales no sujetas a tráfico de camiones, cuando la tensión no supere los 300 voltios a tierra.

(3) 4.5 m (15 pies) para las áreas mencionadas en la clasificación de 3.7 m (12 pies) en donde la tensión supere los 300 voltios a tierra.

(4) 5.5 m (18 pies) sobre calles, callejones, avenidas o carreteras públicas, áreas de aparcamiento con tráfico de camiones, accesos vehiculares a lugares distintos de las propiedades residenciales y otros lugares atravesados por vehículos, como las áreas de cultivo, césped, bosques y huertos.

225.19 Distancias desde los edificios para conductores de máximo 600 voltios nominales.

(A) Sobre los techos. Los tramos aéreos de conductores a la vista y cables multiconductores a la vista, deben estar a una distancia vertical no inferior a 2.5 m (8 pies) por encima de la superficie de los techos. La distancia vertical sobre el nivel del techo se debe mantener por una distancia no inferior a 900 mm (3 pies) desde el borde del techo en todas las direcciones.

Excepción No. 1: El área sobre la superficie de un techo por la que pueda haber tráfico de peatones o de vehículos, debe estar a una distancia vertical desde la superficie del techo de acuerdo con los requisitos de distancias de la sección 225.18.

Excepción No. 2: Cuando la tensión entre conductores no supere los 300 voltios y el techo tenga una pendiente de 100 mm (4 pulgadas) en 300 mm (12 pulgadas) o superior, se permitirá una reducción de la distancia de 900 mm (3 pies).

Excepción No. 3: Cuando la tensión entre conductores no supere los 300 voltios, se permitirá una reducción de la distancia únicamente sobre la parte que sobresalga del techo a no menos de 450 mm (18 pulgadas), si: (1) máximo 1.8 m (6 pies) de los conductores, 1.2 m (4 pies) horizontalmente, pasan sobre la parte saliente del techo y (2) terminan en una canalización que atraviesa el techo o en un apoyo aprobado.

Excepción No. 4: El requisito de mantener una distancia vertical de 900 mm (3 pies) desde el borde del techo no se debe aplicar al tramo final del conductor donde los conductores se fijan a un lateral del edificio.

(B) Desde estructuras distintas de edificios o puentes. La distancia vertical, diagonal y horizontal hasta anuncios, chimeneas, antenas de radio y televisión, tanques y otras estructuras que no sean ni edificios ni puentes, no debe ser inferior a 900 mm (3 pies).

(C) Distancia horizontal. La distancia horizontal no debe ser inferior a 900 mm (3 pies).

(D) Tramos finales. Los tramos finales de los alimentadores o de los circuitos ramales deben cumplir con lo que se indica en las secciones 225.19 (D) (1), (D) (2) y (D) (3).

(1) Distancia desde las ventanas. Se permitirá que los tramos finales al edificio al que dan suministro o desde el que se alimentan, se fijen al edificio, pero deben mantenerse a no menos de 900 mm (3 pies) de las ventanas que se puedan abrir, de puertas, pórticos, balcones, escaleras, peldaños, salidas de incendios o similares.

Excepción: Se permitirá que los conductores que pasan por encima del nivel superior de una ventana estén a menos de los 900 mm (3 pies) exigidos.

(2) Distancia vertical. La distancia vertical de los tramos finales, por encima o dentro de 900 mm (3 pies) medidos horizontalmente, hasta plataformas, proyecciones o superficies desde las cuales se puedan alcanzar, se deben mantener de acuerdo con la sección 225.18.

(3) Aberturas en edificios. No se deben instalar conductores aéreos de alimentadores o circuitos ramales por debajo de aberturas a través de las que se puedan pasar materiales, como las aberturas de los edificios agrícolas y comerciales, y no se deben instalar donde obstruyan la entrada a esas aberturas del edificio.

(E) Zona para escaleras de incendios. En los edificios que tienen más de tres plantas o más de 15 m (50 pies) de altura, las líneas aéreas se deben tender, siempre que sea posible, de modo que quede un espacio (o zona) libre de 1.8 m (6 pies) de ancho como mínimo, ya sea junto a edificio, o que comience a máximo 2.5 m (8 pies) de ella, para facilitar el uso de escaleras contra incendios cuando sea necesario.

225.20 Protección mecánica de los conductores. La protección mecánica de los conductores en edificios, estructuras o postes, debe cumplir lo establecido para las acometidas en la sección 230.50.

225.21 Cables multiconductores en superficies exteriores de edificios. Los soportes de cables multiconductores en las superficies exteriores de edificios deben cumplir lo establecido en la sección 230.51.

225.22 Canalizaciones sobre las superficies exteriores de edificios u otras estructuras. Las canalizaciones sobre las superficies exteriores de edificios u otras estructuras deben disponer de drenajes y ser herméticos a la lluvia en lugares mojados.

225.24 Portalámparas exteriores. Cuando las portalámparas exteriores estén sujetas como colgantes, las conexiones a los alambres del circuito deben estar escalonadas. Cuando esos portalámparas tengan terminales de un tipo que perfore el aislamiento y haga contacto con los conductores, se deben conectar únicamente a conductores de tipo trenzado.

225.25 Ubicación de las lámparas exteriores. Las lámparas para alumbrado exterior deben estar situadas por debajo de todos los conductores, transformadores u otros equipos eléctricos de utilización energizados, a menos que se aplique una de las siguientes condiciones:

(1) Existan distancias u otras medidas de seguridad para las operaciones de reemplazo de lámparas.

(2) El equipo esté controlado por un medio de desconexión que se pueda bloquear en posición abierta.

225.26 Vegetación como soporte. La vegetación, tal como árboles, no se debe utilizar como apoyo de los tramos aéreos de conductores.

II. Más de un edificio u otra estructura

225.30 Número de alimentadores. Cuando en una misma propiedad haya más de un edificio u otra estructura bajo la misma administración, cada edificio u otra estructura adicional que sea alimentada por un alimentador o circuito ramal en el lado de carga de los medios de desconexión de la acometida, debe ser alimentada por sólo un alimentador o un circuito ramal excepto como se permita en las secciones 225.30 (A) hasta (E). Para el propósito de esta sección, un circuito ramal

multiconductor se debe considerar como un único circuito.

(A) Condiciones especiales. Se permitirá que alimentadores o circuitos ramales adicionales alimenten lo siguiente:

(1) Bombas contra incendio.
(2) Sistemas de emergencia.
(3) Sistemas de reserva legalmente exigidos.
(4) Sistemas de reserva opcionales.
(5) Sistemas paralelos de producción de energía.
(6) Sistemas diseñados para la conexión de múltiples fuentes de suministro con el fin de mejorar la confiabilidad.

(B) Ocupaciones especiales. Con permiso especial, se permitirán alimentadores o circuitos ramales adicionales en cualquiera de los siguientes casos:

(1) Edificios con ocupaciones múltiples en donde no hay espacio disponible para equipo de alimentación accesible a todos los usuarios.

(2) Un solo edificio u otra estructura suficientemente grande para hacer necesarios dos o más suministros.

(C) Requisitos de capacidad. Se permitirán alimentadores o circuitos ramales adicionales en donde los requisitos de capacidad son superiores a 2000 amperios a una tensión de alimentación de 600 voltios o menos.

(D) Características diferentes. Se permitirán alimentadores o circuitos ramales adicionales para diferentes tensiones, frecuencias o fases, o para diferentes usos, tales como el control de alumbrado exterior de múltiples sitios.

(E) Procedimientos de desconexión documentados. Se permitirán alimentadores o circuitos ramales adicionales para alimentar instalaciones bajo la misma administración, en donde haya establecidos y se mantengan procedimientos de desconexión seguros y documentados, para su desconexión.

225.31 Medio de desconexión. Se deben suministrar medios para desconectar todos los conductores no puestos a tierra que alimentan o pasan a través del edificio o estructura.

225.32 Ubicación. Los medios de desconexión se deben instalar ya sea en la parte interior o exterior del edificio o estructura alimentada, o en donde los conductores pasan a través del edificio o estructura. Los medios de desconexión deben estar en un lugar fácilmente accesible y lo más cercano posible del punto de entrada de los conductores. Para los propósitos de esta Sección, se permitirá utilizar los requisitos de la sección 230.6.

Excepción No. 1: Se permitirá que los medios de desconexión estén localizados en cualquier otra parte del inmueble, para instalaciones con una sola administración, en donde hay establecidos y se mantienen procedimientos de desconexión seguros y documentados para la desconexión, y cuando la instalación es monitoreada por personas calificadas.

Excepción No. 2: Se permitirá colocar los medios de desconexión en cualquier otra

parte del inmueble, para edificios u otras estructuras calificadas por las disposiciones del Artículo 685.

Excepción No. 3 Se permitirá que los medios de desconexión estén ubicados en cualquier punto del inmueble, para torres o postes usados como postes normales de alumbrado.

Excepción No. 4: Se permitirá que los medios de desconexión se ubiquen en cualquier punto del inmueble, para postes o estructuras similares usadas solamente para soportar los anuncios instalados de acuerdo con el Artículo 600.

225.33 Número máximo de desconectivos.

(A) Generalidades. Los medios de desconexión para cada alimentación permitida en la sección 225.30 deben constar de máximo seis interruptores automáticos de circuito o seis interruptores montados en un solo Gabinete, en un grupo de Gabinetes separados o sobre o dentro de un tablero de distribución. No debe haber más de seis desconectivos por alimentación agrupado en cualquier lugar.

Excepción: Para el propósito de esta sección, los medios de desconexión usados únicamente para el circuito de control del sistema de protección contra falla a tierra o el circuito de control de los medios de desconexión de la alimentación de accionamiento eléctrico, instalados como parte del equipo listado, no se deben considerar como medio de desconexión del suministro.

(B) Unidades monopolares. Se permitirán dos o tres interruptores o interruptores automáticos monopolares de operación individual en circuitos multiconductores, un polo para cada conductor no puesto a tierra, como un desconectivo multipolar, siempre y cuando estén equipados con enlace de manija identificado o manija maestra para desconectar todos los conductores no puestos a tierra con máximo seis operaciones de la mano.

225.34 Agrupamiento de desconectivos

(A) Generalidades. Los dos a seis desconectivos permitidos en la sección 225.33 deben estar agrupados. Cada desconector se debe marcar para indicar la carga alimentada.

Excepción: Se permitirá colocar uno de los dos a seis medios de desconexión permitidos en la sección 225.33, alejado de los otros medios de desconexión, cuando se usa solamente para una bomba de agua, también destinada para brindar protección contra incendios.

(B) Medios adicionales de desconexión. El (los) medio(s) adicional(es) de desconexión para las bombas contra incendios o para sistemas de emergencia, de reserva legalmente exigido o de reserva opcionales permitidos en la sección 225.30, se debe(n) instalar lo suficientemente alejado(s) de los uno a seis medios de desconexión para alimentación normal, con el fin de reducir al mínimo la posibilidad de interrupción simultánea del suministro.

225.35 Acceso a los usuarios. En un edificio con múltiples ocupaciones, cada usuario debe tener acceso a los medios de desconexión de suministro del usuario.

Excepción: En un edificio con múltiples ocupaciones, en donde el suministro y el

mantenimiento eléctrico los brinda la administración del edificio y en donde se encuentran bajo supervisión continua de la administración, se permitirá que el medio de desconexión del suministro que alimenta más de una ocupación sea accesible solamente a personal autorizado de la administración.

225.36 Adecuado para equipo de acometida. Los medios de desconexión especificados en la sección 225.31 deben ser adecuados para su uso como equipo de acometida.

Excepción: Para garajes y dependencias anexas en propiedades residenciales, como medio de desconexión se permitirá un interruptor de acción rápida o un conjunto de interruptores de acción rápida de 3 o 4 vías.

225.37 Identificación. Cuando un edificio o estructura tiene una combinación de alimentadores, circuitos ramales o acometidas que pasan a través de ellos o que los alimentan, se debe instalar una placa o guía permanente en la ubicación de cada desconector del alimentador y del circuito ramal, que indique todas las otras acometidas, alimentadores o circuitos ramales que alimentan ese edificio o estructura o que pasan a través de ellas y el área alimentada por cada uno.

Excepción No. 1: No se exigirá una placa o guía para instalaciones industriales con múltiples edificios de gran capacidad, que funcionan bajo una sola administración, en donde se asegure que la desconexión se puede llevar a cabo estableciendo y manteniendo procedimientos de desconexión seguros.

Excepción No. 2: Esta identificación no se exigirá para circuitos ramales instalados desde una unidad de vivienda a un segundo edificio o estructura.

225.38 Construcción de desconectivos. Los medios de desconexión deben satisfacer los requisitos de las secciones 225.38 (A) hasta (D).

Excepción: Para garajes y dependencias anexas en propiedades residenciales, como medio de desconexión se permitirá un interruptor de acción rápida o un conjunto de interruptores de acción rápida de 3 ó 4 vías.

(A) Operables eléctricamente o manualmente. Los medios de desconexión deben consistir en uno de los siguientes: (1) un interruptor operable manualmente o un interruptor automático equipado con una manija u otro medio de operación adecuado, o (2) un interruptor o interruptor automático operando eléctricamente, siempre y cuando el interruptor o interruptor automático se pueda abrir manualmente en caso de una falla de energía.

(B) Apertura simultánea de polos. Cada medio de desconexión de un edificio o estructura debe desconectar simultáneamente todos los conductores de alimentación no puestos a tierra que controla desde el sistema de alambrado del edificio o estructura.

(C) Desconexión del conductor puesto a tierra. Cuando el medio de desconexión de la estructura o edificio no desconecte el conductor puesto a tierra de los conductores puestos a tierra en el alambrado del edificio o estructura, se deben suministrar otros medios para este propósito, en el sitio del medio de desconexión. Para este propósito se permitirá un terminal o barra colectora a la cual se pueden conectar todos los conductores puestos a tierra, por medio de conectores a presión.

En un tablero de distribución multisección, se deben permitir desconectivo del conductor puesto a tierra en cualquier sección del tablero de distribución, siempre y cuando esta sección esté marcada.

(D) Indicación. El medio de desconexión del edificio o estructura debe indicar en forma evidente si está en posición abierta o cerrada.

225.39 Valor nominal de desconexión. El medio de desconexión de un alimentador o de un circuito ramal debe tener un valor nominal no inferior a la carga calculada que va a alimentar, determinada de acuerdo con las partes I y II del Artículo 220 para circuitos ramales, Parte III o IV del Artículo 220 Para alimentadores, o parte V del mismo artículo para cargas en instalaciones agrícolas. Cuando el medio de desconexión del circuito ramal o del alimentador consta de más de un interruptor o interruptor automático, tal como lo permite la sección 225.33, se permitirá la combinación de los valores nominales de todos los interruptores o interruptores automáticos para determinar el valor nominal del medio de desconexión. En ningún caso el valor nominal debe ser inferior a la especificada en las secciones 225.39 (A), (B), (C) o (D).

(A) Instalación de un solo circuito. Para las instalaciones que alimentan solamente cargas limitadas de un circuito ramal individual, los medios de desconexión del circuito ramal deben tener un valor nominal no inferior a 15 amperios.

(B) Instalaciones de dos circuitos. Para instalaciones que constan máximo de dos circuitos ramales bifilares, el medio de desconexión del circuito ramal o alimentador debe tener un valor nominal no inferior a 30 amperios.

(C) Viviendas unifamiliares. Para viviendas unifamiliares, el medio de desconexión del alimentador debe tener un valor nominal no inferior a 100 amperios, trifilar.

(D) Todas las demás. Para todas las otras instalaciones, el medio de desconexión del alimentador o circuito ramal debe tener un valor nominal no inferior a 60 amperios.

225.40 Acceso a los dispositivos de protección contra sobrecorriente. Cuando un dispositivo de protección contra sobrecorriente de un alimentador no es fácilmente accesible, se deben instalar dispositivos de sobrecorriente de circuitos ramales en el lado de carga, en un sitio fácilmente accesible, y su valor nominal en amperios debe ser menor que la del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador.

III. Más de 600 voltios

225.50 Calibre de los conductores. El calibre de los conductores de más de 600 voltios debe estar acorde con la sección 210.19 (B) para circuitos ramales y 215.2 (B) para alimentadores.

225.51 Interruptores seccionadores. Cuando los interruptores en aceite, o interruptores automáticos en aire, aceite, vacío o hexafluoruro de azufre constituyen el medio de desconexión en el edificio, se debe instalar un interruptor seccionador con contactos visibles de apertura que cumpla con los requisitos de la Sección 230.204 (B), (C) y (D) en el lado de alimentación del medio de desconexión y todo el equipo asociado.

Excepción: No se exigirá el interruptor seccionador cuando el medio de desconexión está montado sobre una unidad removible o en unidades de tablero Gabinete metálico, que no se pueden abrir a menos que el circuito esté desconectado, y que cuando se retiran de su posición de operación normal,

desconectan automáticamente el interruptor automático o el interruptor de todas las partes energizadas.

225.52 Ubicación. Un medio de desconexión de un edificio o estructura se debe ubicar de acuerdo con la sección 225.32, o se debe operar eléctricamente mediante un dispositivo de control remoto ubicado en forma similar.

225.53 Tipo. Cada desconector de edificio o estructura debe desconectar simultáneamente todos los conductores de alimentación no puestos a tierra que controla y debe tener un valor nominal de cierre contra falla no inferior a la máxima corriente de cortocircuito disponible en sus terminales de alimentación.
Cuando se instalen interruptores con fusibles incorporados o fusibles montados separadamente, se permitirá que las características del fusible contribuyan valor nominal de cierre contra falla del medio de desconexión.

225.60 Distancias sobre carretera, pasillos, rieles, agua y áreas abiertas.

(A) 22 kV nominales a tierra o menos. Las distancias sobre carretera, pasillos, rieles, agua y áreas abiertas para conductores y partes energizadas hasta de 22 kV nominales a tierra o menos no deben ser menores a los valores que se indican en la Tabla 225.60.

Tabla 225.60. Distancias sobre carretera, pasillos, rieles, agua y campo abierto

Ubicación	Distancia	
	m	Pies
Áreas abiertas sometidas a paso de vehículos, cultivo o pastoreo	5.6	18.5
Carretera, vías vehiculares lotes de estacionamiento y callejones	5.6	18.5
Pasillos	4.1	13.5
Rieles	8.1	26.5
Espacios y vías para peatones y tráfico restringido	4.4	14.5
Áreas acuáticas no aptas para botes	5.2	17.0

(B) De más de 22 kV nominales a tierra. Las distancias para las categorías que se indican en la Tabla 225.60 se deben incrementar en 10 mm (0.4 pulgadas) por cada kV por encima de 22 000 voltios.

(C) Casos especiales. Para casos especiales, tales como cruces sobre lagos, ríos o áreas que usan vehículos grandes como los de operaciones en minas, se deben hacer diseños específicos que tomen en consideración la ingeniería para circunstancias especiales y deben ser aprobados por la autoridad con jurisdicción.

Nota: Para información adicional, véase el National Electrical Safety Code, ANSI C2-2007.

225.61 Distancias sobre edificios y otras estructuras.

(A) 22 kV nominales a tierra o menos. Las distancias sobre edificios y otras estructuras para conductores y partes vivas hasta de 22 kV nominales a tierra o menos no deben ser menores a los valores que se indican en la Tabla 225.61.

(B) De más de 22 kV nominales a tierra. Las distancias para las categorías que se indican en la Tabla 225.61 se deben incrementar en 10 mm (0.4 pulgadas) por cada kV por encima de 22 000 voltios.

Nota: Para información adicional, véase el National Electrical Safety Code, ANSI C2-2007.

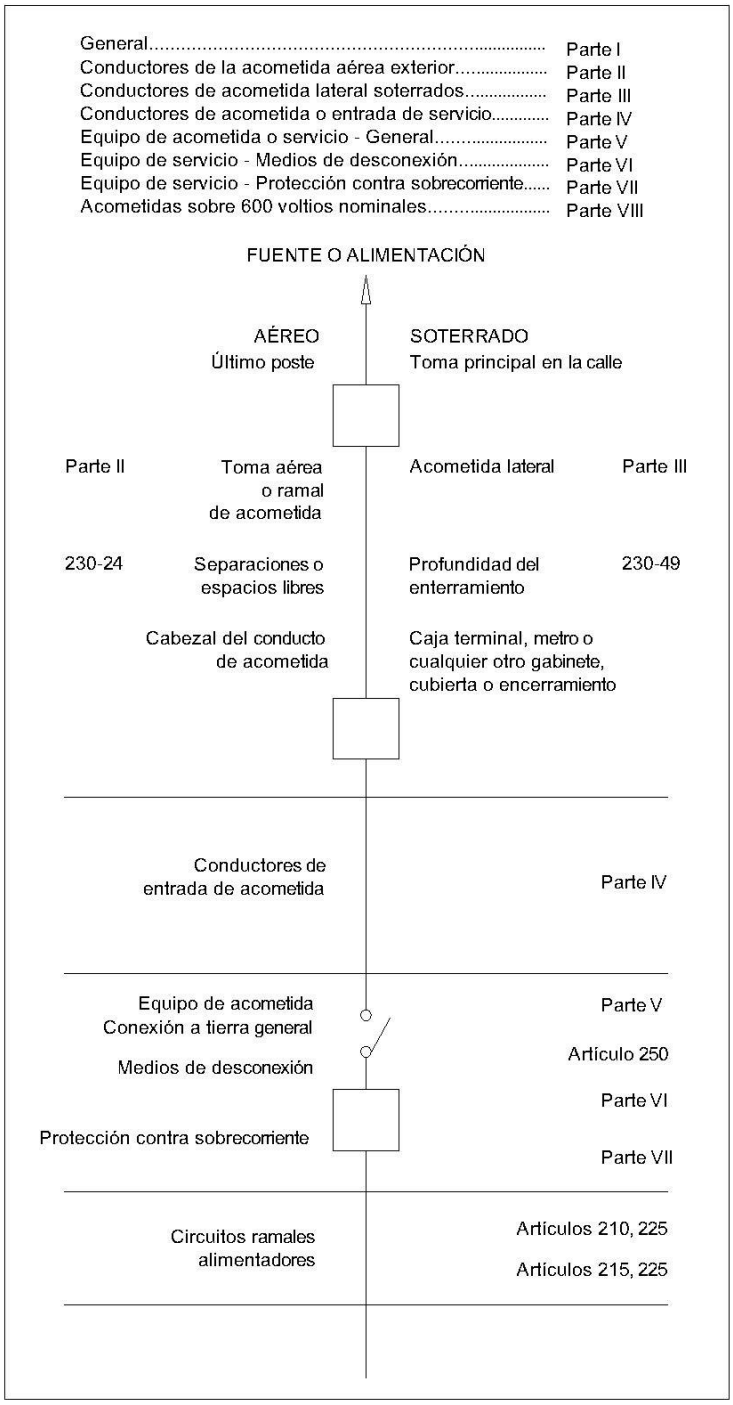
Tabla 225.61. Distancias sobre edificios y otras estructuras

Distancias desde los conductores o partes vivas provenientes de:	**Horizontal**		**Vertical**	
	m	pies	m	pies
Paredes, salientes y ventanas de edificios	2.3	7.5	--	--
Balcones, pasarelas y áreas similares accesibles al público	2.3	7.5	4.1	13.5
Por encima o por debajo de techos o salientes no accesibles fácilmente al público	--	--	3.8	12.5
Por encima de techos accesibles a vehículos, pero no a camiones	--	--	4.1	13.5
Por encima de techos accesibles a camiones	--	--	5.6	18.5
Otras estructuras	2.3	7.5	--	--

ARTÍCULO 230
Acometidas

230.1 Alcance. Este Artículo trata de los conductores de acometida y de los equipos para el control y protección de las acometidas y sus requisitos de instalación.

Véase la Figura 230.1:



I. Generalidades

230.2 Número de acometidas. Un edificio u otra estructura a la que se suministra energía se debe alimentar solamente por una acometida, excepto lo que se permita en las secciones 230.2 (A) hasta (D). Para el propósito de la sección 230.40, Excepción No. 2 solamente, se debe considerar que alimentan una sola acometida los conjuntos de conductores subterráneos de calibre 1/0 AWG y mayores que van tendidos por el mismo lugar y están conectados juntos en su extremo de alimentación, pero no están conectados juntos en su extremo de carga.

(A) Condiciones especiales. Se permitirán acometidas adicionales que alimenten:

(1) Bombas contra incendios.
(2) Sistemas de emergencia.
(3) Sistemas de reserva legalmente exigidos.
(4) Sistemas de reserva opcionales.
(5) Sistemas generadores de energía paralelos.
(6) Y Sistemas diseñados para la conexión a múltiples fuentes de suministro con el fin de mejorar la confiabilidad.

(B) Ocupaciones especiales. Mediante permiso especial, se permitirán acometidas adicionales para uno de los siguientes:

(1) Edificios con ocupación múltiple, en donde no hay espacio disponible para equipos de acometida accesibles a todos los usuarios.
(2) Un edificio individual u otra estructura lo suficientemente grande, para hacer necesarias dos o más acometidas.

(C) Requisitos de capacidad. Se permite acometidas adicionales bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Los requisitos de capacidad son superiores a 2000 amperios a una tensión de alimentación de 600 voltios o menos.

(2) Los requisitos de carga de una instalación monofásica son mayores que los que el suministrador facilita normalmente a través de una sola acometida.

(3) Mediante permiso especial.

(D) Características diferentes. Se permitirán acometidas adicionales para diferentes tensiones, frecuencias o fases o para diferentes usos, como por ejemplo diferentes esquemas tarifarios.

(E) Identificación. Cuando un edificio o estructura esté alimentada por más de una acometida, o cualquier combinación de alimentadores, circuitos ramales y acometidas, en cada lugar de desconexión de la acometida se debe instalar una placa o directorio permanente que indique todos los demás alimentadores, circuitos ramales y acometidas que alimentan al edificio o estructura y el área cubierta por cada uno de ellos. Véase la sección 225.37.

230.3 Un edificio u otra estructura no deben estar alimentadas a través de otra. Los conductores de acometida que alimentan un edificio u otra estructura no deben pasar a través del

interior de otro edificio o estructura.

230.6 Conductores considerados fuera del edificio. Se debe considerar que los conductores están fuera de un edificio u otra estructura en cualquiera de las siguientes circunstancias:

(1) Si están instalados mínimo 50 mm (2 pulgadas) por debajo del concreto bajo el edificio o estructura.

(2) Si están instalados dentro de un edificio o estructura en una canalización encofrada en concreto o ladrillo de mínimo 50 mm (2 pulgadas) de espesor.

(3) Si están instalados en cualquier bóveda que cumpla los requisitos de construcción del Artículo 450, Parte III.

(4) Si están instalados en un conduit o mínimo 450 mm (18 pulgadas) por debajo de la tierra bajo el edificio u otra estructura.

230.7 Otros conductores en canalizaciones o cables. Los conductores que no sean los de acometida no se deben instalar en la misma canalización ni cable que los de la acometida.

Excepción No. 1: Conductores de puesta a tierra y puentes de unión.

Excepción No. 2: Conductores de control de administración de carga que tengan protección contra sobrecorriente.

230.8 Sellado de las canalizaciones. Cuando una canalización de acometida entre desde la red de distribución subterránea al edificio o estructura, se debe sellar de acuerdo con la sección 300.5 (G). También se deben sellar las canalizaciones de reserva o no utilizadas. Los sellantes deben estar identificados para utilizarlos con los aislamientos de los cables, pantalla u otros componentes.

230.9 Distancia encima de los edificios. Los conductores de acometida y los tramos finales deben cumplir con las secciones 230.9 (A), (B) y (C).

(A) Distancias. Los conductores de acometida instalados como conductores a la vista o cables multiconductores sin una forro general externo, deben estar a una distancia no inferior a 900 mm (3 pies) de las ventanas que se puedan abrir, puertas, pórticos, balcones, escaleras, peldaños, salidas de incendio o similares.

Excepción: Se permitirá que los conductores que pasan por encima de la parte superior de una ventana estén a menos de los 900 mm (3 pies) exigidos.

(B) Distancia vertical. La distancia vertical de los tramos finales sobre o dentro de 900 mm (3 pies) medidos horizontalmente, de plataformas, proyecciones o superficies desde la cuales se puedan alcanzar, se debe mantener de acuerdo con la sección 230.24 (B).

(C) Aberturas en edificios. Los conductores de acometida aérea no se deben instalar debajo de aberturas a través de las cuales se puedan mover materiales, tales como aberturas en edificios agrícolas y comerciales, y no se deben instalar en donde obstruyan la entrada a las aberturas de estos edificios.

230.10 Vegetación como soporte. La vegetación, tal como árboles, no se debe utilizar como soporte de los conductores de acometida aérea.

II. Bajada de los conductores de acometida aérea

230.22. Aislamiento o cubierta. Los conductores individuales deben estar aislados o cubiertos.

> *Excepción: Se permitirá que el conductor puesto a tierra de un cable multiconductor esté desnudo.*

230.23 Calibre y valor nominal.

(A) Generalidades. Los conductores deben tener ampacidad suficiente para transportar la corriente para la carga, que se ha calculado de acuerdo con el Artículo 220, y deben tener una resistencia mecánica adecuada.

(B) Calibre mínimo. Los conductores no deben tener un calibre inferior a 8 AWG, si son en cobre, o a 6 AWG, si son de aluminio o aluminio revestido de cobre.

> *Excepción: Los conductores que alimentan solamente cargas limitadas de un circuito ramal individual, tal como potencia polifásica pequeña, calentadores de agua controlados y cargas similares, no deben ser inferiores a 12 AWG, en cobre estirado en frío o su equivalente.*

(C) Conductores puestos a tierra. El conductor puesto a tierra no debe tener un calibre inferior al exigido por la sección 250.24(C).

230.24 Distancias. Los conductores de bajada de la acometida no deben ser fácilmente accesibles y, en las acometidas inferiores a 600 voltios nominales, se deben cumplir las secciones 230.24 (A) hasta (D).

(A) Sobre el techo. Los conductores deben tener una distancia vertical no inferior a 2.5 m (8 pies) sobre la superficie del techo. La distancia vertical sobre el nivel del techo se debe mantener por una distancia no inferior a 900 mm (3 pies) en todas las direcciones desde el borde del techo.

> *Excepción No. 1: El área por encima de la superficie de un techo por la que pueda haber tráfico de peatones o de vehículos, debe estar a una distancia vertical desde la superficie del techo de acuerdo con las distancias establecidas en la sección 230.24 (B).*
>
> *Excepción No. 2: Cuando la tensión entre conductores no supere los 300 voltios y el techo tenga una pendiente de 100 mm (4 pulgadas) en 300 mm (12*

pulgadas) o superior, se permitirá una reducción de la distancia a 900 mm (3 pies).

Excepción No. 3: Cuando la tensión entre conductores no supere los 300 voltios, se permitirá una reducción de la distancia únicamente sobre la parte que sobresalga del techo a no menos de 450 mm (18 pulgadas), si: (1) máximo 1.8 m (6 pies) de los conductores bajada de acometida, 1.2 m (4 pies) horizontalmente, pasan sobre la parte saliente del techo y (2) terminan en una canalización que atraviesa el techo o en un soporte aprobado.

NOTA. Para los mástiles de soporte, véase la sección 230.28.

Excepción No. 4: El requisito de mantener una distancia vertical de 900 mm (3 pies) desde el borde del techo no se debe aplicar al tramo final del conductor cuando la bajada de acometida está unida a un lateral de un edificio.

(B) Distancia vertical para conductores de bajada de acometida. Los conductores de bajada de acometida de máximo 600 voltios nominales deben guardar la siguiente distancia mínima medida desde la superficie acabada del suelo:

(1) 3.0 m (10 pies) en la entrada de la acometida eléctrica a el edificio, también en el punto más bajo del bucle de goteo de la entrada eléctrica al edificio y sobre las áreas o aceras accesibles sólo a los peatones, medidas desde la superficie acabada del suelo u otra superficie accesible sólo para los cables de bajada de la acometida aérea soportados y cableados junto con un cable mensajero desnudo puesto a tierra, en donde la tensión no supera los 150 voltios a tierra.

(2) 3.7 m (12 pies) sobre propiedades residenciales y caminos y sobre las áreas comerciales no sujetas a tráfico de camiones, cuando la tensión no supere los 300 voltios a tierra.

(3) 4.5 m (15 pies) para las áreas mencionadas en la clasificación de 3.7 m (12 pies) cuando la tensión supere los 300 voltios a tierra.

(4) 5.5 m (18 pies) sobre calles, callejones, o carreteras, áreas de aparcamiento con tráfico de camiones, caminos a lugares distintos de las propiedades residenciales y otros terrenos como los de cultivo, pastoreo, bosques y huertos.

(C) Distancia desde las aberturas de edificios. Véase la sección 230.9.

(D) Distancia desde las piscinas. Véase la sección 680.8.

230.26 Punto de fijación. El punto de fijación de los conductores de bajada de acometida a un edificio u otra estructura debe estar a las distancias mínimas especificadas en las secciones 230.9 y 230.24. En ningún caso este punto de fijación debe estar a menos de 3.0 m (10 pies) sobre la superficie acabada del suelo.

230.27 Medios de fijación. Los cables multiconductores utilizados en las bajadas de acometidas se deben fijar a los edificios u otras estructuras mediante herrajes identificados para su uso con conductores de acometida. Los conductores a la vista se deben fijar con herrajes identificados para su uso con conductores de acometida o a aisladores incombustibles no absorbentes, firmemente sujetos a los edificios o estructura.

230.28 Mástiles de acometida como soporte. Cuando se utilice un mástil de acometida para el soporte de los conductores de bajada de acometida, debe ser de una resistencia adecuada o estar sujeto mediante abrazaderas o tensores para soportar con seguridad los esfuerzos impuestos por el cable de bajada de acometida. Cuando se usen mástiles de acometida tipo canalización, todos los herrajes de las canalizaciones deben estar identificados para su uso con mástiles de acometida. Sólo se permitirá que estén sujetos en un mástil de acometida los conductores de bajada de acometida.

230.29 Soportes sobre los edificios. Los conductores de bajada de acometida que pasen sobre un techo deben estar firmemente soportados por estructuras sólidas. Cuando sea posible, dichos soportes deben ser independientes del edificio.

III. Conductores de acometida lateral subterránea

230.30 Aislamiento. Los conductores de acometida lateral subterránea deben estar aislados para la tensión aplicada.

Excepción: Se permitirá que haya un conductor puesto a tierra sin aislar, en las siguientes circunstancias:

(1) Un conductor de cobre desnudo en una canalización
.
(2) Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, si se estima que el cobre es adecuado para las condiciones del suelo.

(3) Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado independientemente de las condiciones del suelo, si forma parte de un ensamble de cable identificado para su uso enterrado.

(4) Un conductor de aluminio o de aluminio recubierto de cobre sin aislante o cobertura individual, si forma parte de un ensamble de cable identificado para su uso subterráneo directamente enterrado o en una canalización.

230.31 Calibre y valor nominal

(A) Generalidades. Los conductores de acometida lateral deben tener una ampacidad suficiente para transportar la corriente para la carga que se ha calculado, de acuerdo con el Artículo 220, y deben tener una resistencia mecánica adecuada.

(B) Calibre mínimo. Los conductores no deben ser inferiores al 8 AWG si son de cobre, o al 6 AWG si son de aluminio o de aluminio recubierto de cobre.

Excepción: Los conductores que alimentan solamente cargas limitadas de un circuito ramal individual, tales como potencia polifásica pequeña, calentadores de agua controlados y cargas similares, no deben ser inferiores al 12 AWG, si son de cobre, o al 10 AWG si son de aluminio o aluminio revestido de cobre.

(C) Conductores puestos a tierra. El conductor puesto a tierra no debe tener un calibre inferior al exigido en la sección 250.24(C).

230.32 Protección contra daños. Los conductores de acometida lateral subterránea deben estar protegidos contra daños de acuerdo con la sección 300.5. Los conductores de acometida lateral subterránea que entren en un edificio se deben instalar de acuerdo con la sección 230.6, o protegidos por un método de alambrado de canalización de los identificados en la sección 230.43.

230.33 Conductores empalmados. Se permitirá que los conductores de acometida lateral se empalmen o deriven de acuerdo con las secciones 110.14, 300.5 (E), 300.13 y 300.15.

IV. Conductores de entrada de acometida

230.40 Número de conjunto de conductores de entrada de acometida. Cada bajada de acometida o acometida lateral sólo debe alimentar a un conjunto de conductores de entrada de acometida.

Excepción No. 1: Se permitirá que los edificios con más de una ocupación tengan un conjunto de conductores de entrada de acometida para cada acometida, tal como se define en la sección 230.2, que vaya hasta cada ocupación o grupo de ocupaciones.

Excepción No. 2: Cuando en un lugar se agrupen de dos a seis medios de desconexión de la acometida en envolventes independientes que alimenten cargas separadas desde una bajada de acometida o acometida lateral, se permitirá que un conjunto de conductores de entrada de acometida alimente cada uno o varios de estos envolventes de equipos de acometida.

Excepción No. 3: Se permitirá que una vivienda unifamiliar individual y una estructura separada tengan un grupo de conductores de entrada de acometida que vaya a cada una de ellas desde una única bajada de acometida o acometida lateral.

Excepción No. 4: Se permitirá que una vivienda bifamiliar o una multifamiliar tengan un grupo de conductores de entrada de acometida instalado para alimentar los circuitos cubiertos en la sección 210.25.

Excepción No. 5: Se permitirá que un grupo de conductores de entrada de acometida conectados al lado de alimentación del medio de desconexión normal de acometida, alimenten cada uno o varios de los sistemas tratados en las secciones 230.82 (5) o 230.82 (6).

230.41 Aislamiento de los conductores de entrada de la acometida. Los conductores de entrada de la acometida que entran o están en el exterior de los edificios o estructuras deben estar aislados.

Excepción: Se permitirá que haya un conductor puesto a tierra sin aislar, en las siguientes circunstancias:

(1) Un conductor de cobre desnudo en una canalización o parte de un ensamble de cables de acometida.

(2) Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, si se estima que el cobre es adecuado para las condiciones del suelo.

(3) Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado independientemente de las condiciones del suelo, si forma parte de un ensamble de cables identificado para su uso enterrado.

(4) Un conductor de aluminio o aluminio recubierto de cobre sin aislamiento ni cubierta individual, si forma parte de un ensamble de cables o está identificado para su uso subterráneo en una canalización, o para enterramiento directo.

(5) Conductores desnudos usados en un canal auxiliar.

230.42 Calibre y valor nominal mínimos.

(A) Generalidades. La ampacidad de los conductores para entrada de la acometida antes de la aplicación de cualquier ajuste o de factores de corrección no debe ser inferior a lo que se indica en (A) (1) o (A) (2). Las cargas se deben determinar de acuerdo con las partes III, IV o V del Artículo 220, según corresponda. La ampacidad se debe determinar a partir de la sección 310.15. La corriente máxima permisible de las barras canalizadas (busway) debe ser el valor para el cual las barras canalizadas han sido listadas o etiquetadas.

(1) La suma de las cargas no continuas más 125 % de las cargas continuas.

(2) La suma de las cargas no continuas más la carga continua, si los conductores de entrada de acometida terminan en un dispositivo contra sobrecorriente, cuando tanto este dispositivo como su ensamble están listados para operar al 100% de su valor nominal.

(B) Instalaciones específicas. Además de los requisitos de la sección 230.42(A), la ampacidad mínima para los conductores no puestos a tierra para instalaciones específicas, no debe ser inferior al valor nominal mínimo del medio de desconexión de acometida que se especifica en las secciones 230.79(A) hasta (D).

(C) Conductores puestos a tierra. Los conductores puestos a tierra no deben tener un calibre inferior al exigido en la sección 250.24(C).

230.43 Métodos de alambrado para instalaciones de 600 voltios nominales o menos. Los conductores de entrada de la acometida se deben instalar de acuerdo con los requisitos aplicables de este Código con respecto a los métodos de alambrado utilizados y se deben limitar a los siguientes:

(1) Alambrado a la vista sobre aisladores.

(2) Cables de tipo IGS.

(3) Conduit metálico rígido.

(4) Conduit metálico intermedio.

(5) Tubería eléctrica metálica.

(6) Tubería eléctrica no metálica (ENT).

(7) Cables de entrada de acometida.

(8) Ductos.

(9) Barras canalizadas.

(10) Canales auxiliares.

(11) Conduit rígido no metálico.

(12) Ensamble de cables aislados en envolvente.

(13) Cables tipo MC.

(14) Cables con aislamiento mineral y recubrimiento metálico.

(15) Conduit metálico flexible de longitud no superior a 1.8 m (6 pies) o conduit metálico flexible hermético a los líquidos de longitud no superior a 1.8 m (6 pies) entre canalizaciones, o entre una canalización y el equipo de acometida, con un puente de unión de equipo a lo largo del conduit metálico flexible o del conduit metálico flexible hermético a los líquidos de acuerdo con lo previsto en las secciones 250.102(A), (B), (C) y (E).

(16) Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos.

230.44 Bandejas portacables *(Cable tray sytems)*. Se permitirán sistemas de bandejas portacables para soportar los conductores de entrada de la acometida. Las bandejas portacables usadas como soporte de los conductores de entrada de la acometida sólo deben contener los conductores de entrada de la acometida.

Excepción: Se permitirá que los conductores que no sean de entrada de la acometida se instalen en una bandeja portacable con conductores de entrada de la acometida, siempre y cuando se instale una barrera sólida fija de un material compatible con la bandeja portacables, para separar los conductores de entrada de la acometida de otros conductores instalados en la misma bandeja. Las bandejas portacables se deben identificar con etiquetas fijadas permanentemente con la frase "conductores de entrada de la acometida". Las etiquetas se deben ubicar de forma tal que sean visibles después de la instalación y ubicadas de forma que los conductores de entrada de la acometida se puedan seguir fácilmente a lo largo de toda la longitud de la bandeja portacables.

230.46 Conductores empalmados. Se permitirá que los conductores de entrada de la acometida se empalmen o deriven de acuerdo con las secciones 110.14, 300.5 (E), 300.13 y 300.15.

230.50 Protección contra daños físicos.

(A) Conductores de entrada de la acometida subterránea. Los conductores de entrada de la

acometida subterránea deben estar protegidos contra daños físicos de acuerdo con la sección 300.5.

(B) Todos los otros conductores de entrada de la acometida. Todos los otros conductores de entrada de la acometida, que no sean conductores de entrada de la acometida subterránea, deben estar protegidos contra daños físicos tal como se especifica en las secciones 230.50 (B) (1) o (B) (2).

(1) Cables de acometida. Los cables de acometida, cuando estén propensos a daños físicos, se deben proteger mediante alguno de los siguientes métodos:

(1) Conduit metálico rígido.
(2) Conduit metálico intermedio.
(3) Conduit de PVC SCH 80.
(4) Tubería eléctrica metálica.
(5) Otro medio aprobado.

(2) Otros cables diferentes de los de acometida. Los cables y conductores individuales a la vista distintos de los cables de la acometida, no se deben instalar a menos de 3.0 m (10 pies) del nivel del suelo o donde estén expuestos a daños físicos.

Excepción: Se permitirá instalar cables de tipo MI y MC a menos de 3.0 m (10 pies) del nivel del suelo donde no estén expuestos a daños físicos o estén protegidos de acuerdo con la sección 300.5 (D).

230.51 Soportes de montaje. Los cables o conductores individuales de acometida a la vista se deben soportar como se especifica en las secciones 230.51 (A), (B) o (C).

(A) Cables de acometida. Los cables de acometida deben ir sostenidos por abrazaderas u otro medio aprobado situado a una distancia máxima de 300 mm (12 pulgadas) de cada mufa, cuello de cisne (tubo en "U") o conexión a una canalización o envolvente y a intervalos no mayores de 750 mm (30 pulgadas).

(B) Otros cables. Los cables que no estén aprobados para montaje en contacto con un edificio u otra estructura, se deben montar sobre soportes aislantes instalados a intervalos no mayores de 4.5 m (15 pies) y de manera que mantengan una distancia no inferior a 50 mm (2 pulgadas) de la superficie sobre la cual pasan.

(C) Conductores individuales a la vista. Los conductores individuales a la vista se deben instalar de acuerdo con la Tabla 230.51(C). Cuando estén expuestos a la intemperie, los conductores se deben montar sobre aisladores o soportes aislantes unidos a perchas, abrazaderas o algún otro medio aprobado. Si no están expuestos a la intemperie, los conductores se deben montar en aisladores de vidrio o porcelana.

230.52 Conductores individuales que entran en edificios u otras estructuras. Cuando un conductor individual a la vista entra en un edificio u otra estructura, debe hacerlo a través de pasa cables en el techo o a través de la pared con una inclinación hacia arriba a través de tubos aislantes individuales, no combustibles y no absorbentes. Antes de entrar en los tubos se debe hacer un bucle de goteo en los conductores.

230.53 Drenaje de las canalizaciones. Cuando estén expuestas a la intemperie, las canalizaciones en cuyo interior se encuentren conductores de entrada de la acometida deben ser adecuadas para su uso en lugares mojados, y estar dispuestas de modo que se puedan drenar. Las canalizaciones también deben llevar drenajes si están incrustadas en la mampostería.

230.54 Ubicación de las acometidas aéreas.

(A) Cabezal del conducto de la acometida hermético a la lluvia (Raintight service). Las canalizaciones de acometida deben estar equipadas con cabezales de acometida herméticos a la lluvia en el punto de conexión con los conductores de bajada de acometida. El Cabezal del conducto de la acometida debe cumplir con los requisitos para herrajes de la sección 314.15.

(B) Cable de acometida equipado con Cabezal del conducto de servicio hermético a la lluvia o en forma de cuello de cisne (Conexión en S). El cable de acometida debe estar equipado con cabezales de acometida herméticos a la lluvia. Los cabezales de acometida herméticos a la lluvia deben cumplir con los requisitos para herrajes de la sección 314.15.

Excepción: Se permitirá que el cable tipo SE esté formado en un cuello de cisne (Conexión en S) y encintado con un termoplástico auto sellante, resistente a la intemperie.

(C) Cabezales del conducto de la acometida y cuellos de cisne por encima de la fijación de la bajada de acometida. Los cabezales de acometida y los cuellos de cisne de los cables de entrada de acometida deben estar situados por encima del punto de fijación de los conductores de bajada de acometida al edificio u otra estructura.

Excepción: Cuando no sea posible instalar el cabezal de acometida o el cuello de cisne por encima del punto de fijación, se permitirá la ubicación de la mufa de acometida o del cuello de cisne a no más de 600 mm (24 pulgadas) del punto de fijación.

Tabla 230.51 (C). Soportes

Tensión máxima	Distancia máxima entre soportes		Distancia mínima			
			Entre conductores		Desde la superficie	
	m	pies	mm	pulgadas	mm	pulgadas
600	2.7	9	150	6	50	2
600	4.5	15	300	12	50	2
300	14	4½	75	3	50	2
600*	14*	4½*	65*	2½*	25*	1*

* Cuando no están expuestos a la intemperie.

(D) Asegurados. Los cables de acometida se fijaran firmemente en su sitio.

(E) Orificios o Aberturas revestidos (aislados) o Emboquillados separadamente. Los cabezales de la entrada de servicio tendrán los conductores de diferente potencial saliendo por aberturas separadas protegidas con adaptadors.

Excepción: Cables de acometida enchaquetados multiconductores sin empalmes.

(F) Lazos o bucles de goteo *(Drip loops)*. Se deben formar lazos, curvas o bucles de goteo en los conductores individuales. Para evitar la entrada de humedad, los conductores de entrada de la acometida se deben conectar a los conductores de bajada de la acometida:

(1) por debajo del nivel de la mufa de acometida, o (2) por debajo del nivel de la terminación del forro del cable de acometida.

(G) Disposición para evitar que el agua entre en la canalización o el equipo de acometida. Los conductores de bajada de acometida y los de entrada de la acometida se deben instalar de modo que el agua no entre en las canalizaciones ni en los equipos de acometida.

230.56 Conductor de acometida con la mayor tensión a tierra. En una acometida tetrafilar conectada en delta, en la que el punto medio del bobinado de una fase esté puesto a tierra, el conductor de acometida con la mayor tensión de fase a tierra se debe marcar de modo duradero y permanente, en cada terminación o punto de unión, con un acabado exterior de color naranja u otro medio eficaz.

V. Equipo de acometida - Generalidades

230.62 Equipo de acometida - Encerrado o resguardado.
Las partes energizadas de los equipos de acometida deben estar encerradas tal como se especifica en la sección 230.62(A) o resguardadas como se especifica en la sección 230.62 (B).

(A) Encerradas. Las partes energizadas deben estar encerradas de modo que no estén expuestas a contacto accidental, o resguardarse como se indica en 230.62 (B).

(B) Resguardadas. Las partes energizadas que no estén encerradas se deben instalar en un tablero de distribución, en un panel de distribución o en un tablero de control y se deben resguardar de acuerdo con lo establecido en las secciones 110.18 y 110.27. Cuando las partes energizadas se resguarden como se establece en las secciones 110.27 (A) (1) y (A) (2), se debe proporcionar un medio para cerrar con seguro o sellar las puertas que dan acceso a dichas partes.

230.66 Marcado. El equipo de acometida de 600 voltios nominales o menos se debe marcar para identificarlo como adecuado para su uso como equipo de acometida. El envolvente para un medidor individual no se debe considerar como equipo de acometida.

VI. Equipo de acometida - Medio de desconexión

230.70 Generalidades. Se debe proporcionar un medio para desconectar todos los conductores en un edificio o estructura de los conductores de entrada de la acometida.

(A) Ubicación. El medio de desconexión de la acometida debe instalarse según las secciones 230.70 (A) (1), (A) (2) y (A) (3).

(1) En un lugar fácilmente accesible. Los medios de desconexión de la acometida se deben instalar en un lugar fácilmente accesible fuera del edificio o estructura o dentro de ella, lo más cerca posible del punto de entrada de los conductores de la acometida.

(2) Cuartos de baño. El medio de desconexión de la acometida no se debe instalar en cuartos de baño.

(3) Control remoto. Cuando se usa un(os) dispositivo(s) de control remoto para accionar el medio de desconexión de la acometida, éste medio de desconexión se debe ubicar de acuerdo con la sección 230.70 (A) (1).

(B) Marcado. Todos los medios de desconexión de la acometida deben estar permanentemente marcados para identificarlos como tales.

(C) Adecuado al uso. Cada medio de desconexión de la acometida debe ser adecuado para las condiciones prevalecientes. El equipo de acometida instalado en lugares (clasificados como) peligrosos debe cumplir los requisitos de los Artículos 500 a 517.

230.71 Número máximo de desconectivos.

(A) Generalidades. El medio de desconexión de la acometida para cada acometida permitida por la sección 230.2 o para cada grupo de conductores de entrada de la acometida que permita la sección 230.40, excepciones 1, 3, 4 o 5, debe consistir de máximo seis desconectivos o conjuntos de interruptores automáticos, o una combinación de no más de seis interruptores o conjuntos de interruptores automáticos montados en un solo envolvente, en un conjunto de envolventes separados o dentro o sobre un tablero de distribución. No debe haber más de seis conjuntos de desconectivos por acometida agrupados en un solo lugar.

Para el propósito de esta sección, los medios de desconexión instalados como parte del equipo listado y usado únicamente para los siguientes fines, no se deben considerar como medios de desconexión de la acometida:

(1) Equipo de monitoreo de potencia.

(2) Dispositivos(s) de protección contra sobretensión.

(3) Circuito de control del sistema de protección contra falla a tierra.

(4) Medios de desconexión operados eléctricamente de la acometida.

(B) Unidades monopolares. En los circuitos multiconductores se deben permitir dos o tres interruptores o interruptores automáticos monopolares que puedan funcionar por separado, un polo para cada conductor no puesto a tierra, como medio de desconexión multipolar, siempre y cuando estén equipados con enlace de manija identificado o una manija maestra para desconectar todos los conductores de la acometida con máximo seis operaciones manuales.

NOTA. Véase la sección 408.36, Excepción No.1 y Excepción No. 3, para los equipos de la acometida en algunos paneles de distribución y la sección 430.95 para los equipos de la acometida en centros de control de motores.

230.72 Agrupamiento de desconectivos.

(A) Generalidades. Los dos a seis medios de desconexión permitidos en la sección 230.71, deben estar agrupados. Cada desconectivo debe estar rotulado, indicando la carga alimentada.

> *Excepción: Se permitirá que uno de los dos a seis medios de desconexión de la acometida permitidos en la sección 230.71, esté situado lejos de los restantes medios de desconexión, si se utiliza sólo para alimentar una bomba de agua que sirva también como bomba contra incendios.*

(B) Medios adicionales de desconexión de la acometida. El medio o medios adicionales de desconexión de la acometida para bombas contra incendios, sistemas de emergencia, sistemas de reserva legalmente exigido o sistemas de reserva opcionales permitidas por la sección 230.2, se deben instalar a una distancia suficiente de los uno a seis medios de desconexión de la acometida normal, de manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de corte simultáneo de la alimentación.

(C) Acceso a los ocupantes. En edificios de ocupación múltiples, cada ocupante debe tener acceso a los medios de desconexión de la acometida de los ocupantes.

> *Excepción: En edificios de ocupaciones múltiples, en los que el servicio técnico y el mantenimiento de la instalación eléctrica están a cargo de la administración del edificio y bajo su supervisión continua, se permitirá que los medios de desconexión de la acometida que alimenten más de un inmueble sean accesibles únicamente al personal autorizado de la administración.*

230.74 Apertura simultánea de todos los polos. Cada medio de desconexión de la acometida debe desconectar simultáneamente todos los conductores de la acometida no puestos a tierra que controlan el sistema de alambrado del inmueble.

230.75 Desconexión del conductor puesto a tierra. Cuando el medio de desconexión de la acometida no desconecte el conductor puesto a tierra del alambrado del inmueble, debe instalarse otro medio para ello en el equipo de acometida. Para tal fin se permitirá la instalación de un terminal o barra conductora a la que se conecten todos los conductores puestos a tierra mediante conectores de presión. En un tablero de distribución de varias secciones, se permitirá que los desconectivos para el conductor puesto a tierra estén en cualquier sección del tablero, siempre que dicha sección esté así rotulada.

230.76 Desconexión manual o de operación eléctrica. El medio de desconexión de los conductores no puestos a tierra de la acometida debe constar de uno de los siguientes elementos:

> (1) Un desconectivo de operación manual o interruptor automático del circuito de operación manual, equipado con una palanca u otro medio adecuado de accionamiento.
>
> (2) Un desconectivo o interruptor de operación eléctrica, debe considerarse que se pueda abrir manualmente el desconectivo o el interruptor automático en el caso de que se produzca una falla en el suministro de corriente.

230.77 Indicación. El medio de desconexión de la acometida debe indicar claramente si está en la posición abierta o cerrada.

230.79 El valor nominal del medio de desconexión de la acometida. El medio de desconexión de la acometida debe tener un valor nominal no menor a la carga calculada que va a transportar, determinada de acuerdo con las partes III, IV o V del Artículo 220, según corresponda. En ningún caso ese valor debe ser menor a la especificada en 230.79 (A), (B), (C) o (D).

(A) Instalación para un circuito. En instalaciones que alimentan únicamente cargas limitadas de un solo circuito ramal, el medio de desconexión de la acometida debe tener una capacidad nominal no inferior a 15 amperios.

(B) Instalaciones para dos circuitos. En instalaciones que constan de máximo dos circuitos ramales bifilares, el medio de desconexión de la acometida debe tener una capacidad nominal no inferior a 30 amperios.

(C) Vivienda unifamiliar. Para una vivienda unifamiliar, el medio de desconexión de la acometida debe tener una capacidad nominal no inferior a 100 amperios, trifilar.

(D) Todas las demás. Para todas las otras instalaciones, el medio de desconexión de la acometida debe tener un valor nominal no inferior a 60 amperios.

230.80 Capacidad nominal de desconexión combinada. Cuando el medio de desconexión de la acometida consta de más de un desconectivo o interruptor automático, tal como lo permite la sección 230.71, la capacidad nominal combinada de todos los desconectivos o interruptores automáticos utilizados no debe ser inferior a la que establece la sección 230.79.

230.81 Conexión a los terminales. Los conductores de acometida se deben conectar a los medios de desconexión de la acometida mediante conectores a presión, abrazaderas u otros medios aprobados. No se deben utilizar conexiones que dependan de soldadura blanda.

230.82 Equipos conectados del lado de alimentación del desconectivo de la acometida. Sólo se permitirá conectar el siguiente equipo al lado de alimentación del desconectivo de la acometida.

(1) Limitadores de cable u otros dispositivos limitadores de corriente.

(2) Medidores y receptáculos para medidores con una tensión nominal máxima no superior a 600 voltios, siempre que todas las carcasas metálicas y envolventes de la acometida estén puestos a tierra de acuerdo con la Parte VII y unidos según la parte V del Artículo 250.

(3) Interruptores desconectivos de medidores con valor nominal no superior a 600 voltios que tengan valor nominal de corriente de cortocircuito igual o mayor que la corriente de cortocircuito disponible, siempre que todas las carcasas metálicas y envolventes de la acometida estén puestos a tierra con la Parte VII y unidas de acuerdo con la Parte V del Artículo 250. Un interruptor desconectivo de medidor debe ser capaz de interrumpir la carga alimentada.

(4) Transformadores para instrumentos (de corriente y de tensión), derivaciones de impedancia, dispositivos de administración de carga, pararrayos y dispositivos de protección contra sobretensión Tipo 1.

(5) Derivaciones utilizadas únicamente para alimentar dispositivos de administración de carga, circuitos para sistemas de potencia de reserva, equipos para bombas contra incendios y alarmas contra incendios y aspersores, si están dotados de equipo de acometida e instalados siguiendo los

requisitos para los conductores de entrada de la acometida.

(6) Sistemas solares fotovoltaicos, sistemas de celdas de combustible o fuentes interconectadas de producción de energía eléctrica.

(7) Circuitos de control para medios de desconexión de la acometida de operación eléctrica, si se suministran los medios adecuados de desconexión y protección contra sobrecorriente.

(8) Sistemas de protección contra fallas a tierra o dispositivos de protección contra sobretensiones Tipo 2, si están instalados como parte de equipos listados, si se dispone de medios adecuados de desconexión y protección contra sobrecorriente.

VII. Equipo de acometida - Protección contra sobrecorriente

230.90 Donde se requiera. Todos los conductores de acometida no puestos a tierra deben tener protección contra sobrecarga.

(A) Conductor no puesto a tierra. Dicha protección la debe brindar un dispositivo contra sobrecorriente en serie con cada conductor de la acometida no puesto a tierra, que tenga un valor nominal o ajuste no superiores a la ampacidad permisible del conductor. Un conjunto de fusibles debe tener en cuenta la totalidad de fusibles que se requieren para proteger todos los conductores no puestos a tierra de un circuito. Los interruptores automáticos monopolares, agrupados de acuerdo con la sección 230.71 (B), deben ser considerados como un dispositivo protector.

Excepción No. 1: Para las corrientes de arranque de los motores, se permitirán valores nominales que cumplan lo establecido en las secciones 430.52, 430.62 y 430.63.

Excepción No 2: Se permitirán fusibles e interruptores automáticos con un valor nominal o ajuste que cumplan lo establecido en las secciones 240.4 (B) o (C) y 240.6.

Excepción No 3: Se permitirán de dos a seis interruptores automáticos o conjuntos de fusibles como dispositivos de protección contra sobrecorriente que protejan al circuito contra sobrecargas. Se permitirá que la suma de los valores nominales de los interruptores automáticos o fusibles supere la ampacidad de los conductores de la acometida, siempre que la carga calculada no supere la ampacidad de los conductores de la acometida.

Excepción No. 4: La protección contra sobrecarga para conductores de alimentación de bombas contra incendios debe cumplir con la sección 695.4 (B) (1).

Excepción No. 5: Se permitirá la protección contra sobrecarga para acometidas de 120/240 voltios, trifilares, monofásicas, para acometidas viviendas, de acuerdo con los requisitos de la sección 310.15 (B) (6).

(B) No en conductor puesto a tierra. En un conductor de la acometida puesto a tierra no se debe intercalar ningún dispositivo de protección contra sobrecorriente, excepto un interruptor automático que abra simultáneamente todos los conductores del circuito.

230.91 Ubicación. El dispositivo de protección contra sobrecorriente de la acometida debe ser parte integral del medio de desconexión de la acometida o debe estar situado inmediatamente al lado del mismo.

230.92 Dispositivos de sobrecorriente de la acometida con cerradura. Cuando los dispositivos de protección contra sobrecorriente de la acometida tengan cerradura o estén, sellados o no sean accesibles fácilmente a los ocupantes, se deben instalar dispositivos de protección contra sobrecorriente en los circuitos ramales en el lado de la carga, que deben estar montados en un lugar fácilmente accesible y deben ser de menor valor nominal de corriente que el dispositivo de protección contra sobrecorriente de la acometida.

230.93 Protección de circuitos específicos. Cuando sea necesario evitar vandalismo, se permitirá cerrar o sellar el dispositivo automático de protección contra sobrecorriente, cuando esté localizado de manera que sea accesible, que protege los conductores de la acometida que alimentan sólo una carga específica, por ejemplo un calentador de agua.

230.94 Ubicación relativa del dispositivo de protección contra sobrecorriente y otros equipos de la acometida. El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe proteger todos los circuitos y dispositivos.

Excepción No. 1: Se permitirá que el desconectivo de la acometida esté situado en el lado de alimentación.

Excepción No. 2: Se permitirá que los circuitos en derivación de alta impedancia, los pararrayos, dispositivos de protección contra sobretensión Tipo 1, condensadores de protección contra sobretensión y transformadores (de corriente y de tensión) para instrumentos, estén conectados e instalados en el lado de la alimentación del medio de desconexión de la acometida, tal como lo permite la sección 230.82.

Excepción No. 3: Se permitirá que los circuitos para dispositivos de administración de cargas estén conectados en el lado de la alimentación del dispositivo de protección contra sobrecorriente de la acometida, cuando lleven separadamente protección contra sobrecorriente.

Excepción No. 4: Se permitirá que los circuitos utilizados únicamente para el funcionamiento de alarmas contra incendios, otros sistemas de señalización de protección o para la alimentación de los equipos de bombas contra incendios, estén conectados en el lado de la alimentación del dispositivo de protección contra sobrecorriente de la acometida, cuando lleven separadamente protección contra sobrecorriente.

Excepción No. 5: Se permitirán los medidores con una tensión nominal no superior a 600 voltios, siempre que todas las carcasas metálicas y envolventes de la acometida estén puestos a tierra.

Excepción No. 6: Cuando el equipo de la acometida tenga desconexión de operación eléctrica, se permitirá que el circuito de control esté conectado antes del equipo de la acometida, si cuenta con protección contra sobrecorriente y medios de desconexión adecuados.

230.95 Protección de equipo contra falla a tierra. Debe proporcionarse protección al equipo contra fallas a tierra en acometidas eléctricas en estrella, puestas a tierra sólidamente, con una tensión a tierra superior a 150 voltios pero no superior a 600 voltios entre fases para cada desconectivo de la acometida con un valor nominal de 1000 amperios o más. El conductor puesto a tierra para sistemas en estrella puestos a tierra sólidamente se debe conectar directamente a la tierra a través de un sistema de electrodo de puesta a tierra, tal como se especifica en la sección 250.50, sin insertar ninguna resistencia ni dispositivo de impedancia. Se debe considerar que el valor nominal del desconectivo de la acometida es la del mayor fusible que se pueda instalar, o el ajuste máximo de la corriente constante de disparo para el cual se pueda regular el dispositivo de protección contra sobrecorriente instalado en un interruptor automático.

> *Excepción: Las disposiciones de protección contra fallas a tierra de esta sección no se deben aplicar a los desconectivos de la acometida de un proceso industrial continuo, en el que una parada no prevista aumentará los riesgos o producirá otros nuevos.*

(A) Ajuste. El sistema de protección contra fallas a tierra debe funcionar haciendo que el desconectivo de la acometida abra todos los conductores no puestos a tierra del circuito en falla. El ajuste máximo de la protección contra fallas a tierra debe ser de 1,200 amperios y el retardo máximo debe ser de un segundo para corrientes de falla a tierra iguales o superiores a 3,000 amperios.

(B) Fusibles. Si se emplea una combinación de desconectivo y fusible, los fusibles utilizados deben ser capaces de interrumpir cualquier corriente superior a la capacidad de interrupción del desconectivo, antes de que el sistema de protección contra fallas a tierra ocasione que se abra el desconectivo.

(C) Pruebas de funcionamiento. Una vez instalado en su sitio por primera vez, se debe probar el funcionamiento del sistema de protección contra fallas a tierra. La prueba se debe hacer siguiendo las instrucciones que se deben suministrar con el equipo. Se debe hacer un informe escrito de esta prueba y ponerlo a disposición de la autoridad con jurisdicción.

> **Nota** No. 1: La protección contra fallas a tierra que funciona para abrir el desconectivo de la acometida no suministrará protección de fallas en el lado de la línea del elemento protector. Sirve solamente para limitar el daño a los conductores y al equipo en el lado de carga, en el caso de una falla con arco a tierra en el lado de carga del elemento protector.
>
> **Nota** No. 2: Este equipo protector agregado al equipo de acometida puede hacer necesario revisar todo el sistema de alambrado, en cuanto a la coordinación selectiva apropiada de la protección contra sobrecorriente. Pueden ser necesarias instalaciones adicionales de equipo protector contra falla a tierra en los alimentadores y circuitos ramales, en donde se requiere la máxima continuidad del servicio eléctrico.
>
> **Nota** No. 3: Cuando se suministra la protección contra fallas a tierra por el desconectivo de la acometida y se hace una interconexión con otro sistema de suministro mediante un dispositivo de transferencia, pueden ser necesarios medios o dispositivos para asegurar una detección apropiada de fallas a tierra por el equipo de protección contra fallas a tierra.
>
> **Nota** No. 4: Véase la sección 517.7 (A) para información sobre dónde se requiere

un paso adicional de la protección contra fallas a tierra, en hospitales y otros edificios con áreas críticas o equipo de soporte para la vida.

VIII. Acometidas de más de 600 voltios nominales

230.200 Generalidades. Los conductores y equipos de acometida utilizados en circuitos de más de 600 voltios nominales, deben cumplir las disposiciones aplicables de todas las secciones anteriores de este artículo, y de las secciones siguientes que complementan o modifican las anteriores. En ningún caso se deben aplicar las disposiciones de la Parte VIII a los equipos en el lado de alimentación del punto de acometida.

Nota. Para las distancias de los conductores de más de 600 voltios nominales, véase el National Electrical Safety Code, ANSI C2-2007.

230.202 Conductores de entrada de la acometida. Los conductores de entrada de la acometida a los edificios o envolventes se deben instalar conforme a las secciones 230.202 (A) y (B).

(A) Calibre de los conductores. Los conductores de entrada de la acometida no deben ser inferiores al 6 AWG, excepto en cables multiconductores. Los cables multiconductores no deben ser inferiores al 8 AWG.

(B) Métodos de alambrado. Los conductores de entrada de la acometida se deben instalar mediante alguno de los métodos de alambrado presentados en las secciones 300.37 y 300.50.

230.204 Interruptor seccionador.

(A) Donde se requiera. Cuando los medios de desconexión de la acometida sean desconectivos en aceite o interruptores automáticos en aire, aceite, vacío o hexafluoruro de azufre, se debe instalar un interruptor seccionador con contactos de apertura visibles, en el lado de la alimentación del medio de desconexión y de todo el equipo de acometida asociado.

Excepción: No se exigirá un interruptor seccionador cuando el desconectivo o interruptor automático está montado en unidades removibles o unidades tableros en envolvente metálica, donde se apliquen las dos condiciones siguientes:

(1) No se puedan abrir a menos que el circuito esté desconectado.

(2) Cuando todas las partes energizadas se desconectan automáticamente en el momento que el interruptor o desconectivo automático es retirado de la posición de operación normal.

(B) Fusibles usados como interruptores seccionadores. Cuando los fusibles sean de un tipo que permita utilizarlos como interruptores seccionadores, se permitirá utilizar un conjunto de dichos fusibles como interruptor seccionador.

(C) Accesible sólo a personal calificado. El interruptor seccionador sólo debe ser accesible a personas calificadas.

(D) Conexión a tierra. Los interruptores seccionadores deben estar dotados de un medio para

conectar fácilmente los conductores del lado de la carga a un sistema de electrodo de puesta a tierra, una barra colectora puesta a tierra del equipo o a una estructura de acero puesta a tierra, cuando se desconecten de la fuente de alimentación.

No se exigirá un medio para puesta a tierra de los conductores del lado de la carga a un sistema de electrodo de puesta a tierra, una barra colectora puesta a tierra del equipo o a una estructura de acero puesta a tierra para cualquier interruptor seccionador duplicado que sea instalado y mantenido por la empresa suministradora de energía eléctrica.

230.205 Medio de desconexión.

(A) Ubicación. El medio de desconexión de la acometida debe estar situado de acuerdo con lo establecido en la sección 230.70.

Para sistemas subterráneos o aéreos de distribución primaria en una propiedad privada, se debe permitir que el desconectivo de la acometida se ubique en un lugar que no sea fácilmente accesible.

(B) Tipo. Cada desconectivo de la acometida debe desconectar simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra de la acometida que controla, y debe tener un valor nominal de cierre contra fallas no menores a la corriente máxima de cortocircuito disponible en sus terminales de alimentación. Cuando se instalen desconectivos con fusibles incorporados o fusibles montados separadamente, se permitirá que las características de los fusibles contribuyan al valor nominal de cierre contra fallas del medio de desconexión.

(C) Control remoto. Para edificaciones múltiples e instalaciones industriales bajo una sola administración, se permitirá que el medio de desconexión de la acometida esté ubicado en un edificio o estructura separada. En estos casos, se permitirá que el medio de desconexión de la acometida sea operado eléctricamente por un dispositivo de control remoto fácilmente accesible.

230.206 Dispositivos de sobrecorriente como medio de desconexión. Cuando el interruptor automático o el medio alternativo utilizado de acuerdo con la sección 230.208 como dispositivo de protección contra sobrecorriente de la acometida, cumpla los requisitos especificados en la sección 230.205, deben constituir el medio de desconexión de la acometida.

230.208 Requisitos de protección. Se debe suministrar un dispositivo contra cortocircuito en el lado de la carga o formando parte integrante del medio de desconexión de la acometida, que debe proteger todos los conductores no puestos a tierra que alimente. El dispositivo de protección debe estar en capacidad de detectar e interrumpir cualquier corriente que supere su ajuste de disparo o de fusión y que pueda producirse en su ubicación. Se debe considerar que ofrece la protección exigida contra cortocircuitos un fusible cuyo valor nominal en amperios continuos no supere el triple de la ampacidad del conductor, o un interruptor automático con un ajuste de disparo que no supere en seis veces la ampacidad de los conductores.

> **Nota**. Para la ampacidad de los conductores con valor nominal de 2001 voltios en adelante, véanse las Tablas 310.67 a 310.86.

Los dispositivos de sobrecorriente deben cumplir las secciones 230.208 (A) y (B).

(A) Tipo de equipo. El equipo utilizado para proteger los conductores de entrada de la acometida deben cumplir los requisitos del Artículo 490, Parte II.

(B) Dispositivos en envolvente para protección contra sobrecorriente. La limitación al 80% del valor nominal de un dispositivo en envolvente para protección contra sobrecorriente para cargas continuas no se debe aplicar a dispositivos de sobrecorriente, si están instalados en sistemas que funcionen a más de 600 voltios.

230.209 Pararrayos (Protección contra descargas atmosféricas). Se permitirá instalar pararrayos en cada conductor aéreo no puesto a tierra de la acometida, de acuerdo con los requisitos del Artículo 280.

230.210 Equipo de acometida - Disposiciones generales. El equipo de acometida, incluidos los transformadores para instrumentos, debe cumplir lo establecido en el Artículo 490, Parte I.

230.211 Tablero en envolvente metálica. El tablero en envolvente metálica debe consistir en una estructura metálica sólida y un envolvente de lámina metálica. Cuando se instale sobre un piso combustible, se debe brindar la protección adecuada.

230.212 Acometidas de más de 35,000 voltios. Cuando la tensión sea superior a 35,000 voltios entre conductores que entran en edificio, éstos deben terminar en un compartimiento de un tablero en envolvente metálica o en una bóveda que cumpla los requisitos de las secciones 450.41 a 450.48.

ARTÍCULO 240
Protección contra sobrecorriente

I. Generalidades

240.1 Alcance. Las Partes I hasta VII de este artículo proporcionan los requisitos generales para la protección contra sobrecorriente y los dispositivos de protección contra sobrecorriente hasta los 600 voltios nominales. La Parte VIII trata de la protección contra sobrecorriente para aquellas partes de instalaciones industriales supervisadas que operan a tensiones hasta 600 voltios nominales. Y la Parte IX trata de la protección contra sobrecorriente de más de 600 voltios nominales.

> **NOTA**. La protección contra sobrecorriente de los conductores y de los equipos se instala de modo que abra el circuito, si la corriente alcanza un valor que cause una temperatura excesiva o peligrosa en los conductores o su aislamiento. Véase también la sección 110.9, para los requisitos de los valores nominales de interrupción, y la sección 110.10, para los requisitos de protección contra corrientes de falla.

240.2 Definiciones.

Conductores en derivación *(Tap conductors)*. Tal como se usa en este artículo, un conductor en derivación se define como un conductor, que no sea de acometida, que tiene protección contra sobrecorriente adelante de su punto de alimentación, que supera el valor permitido para conductores similares que están protegidos como se describe en otra parte de la sección 240.4.

Dispositivo de protección contra sobrecorriente tipo limitador de corriente. Dispositivo que, cuando interrumpe corrientes en su gama de limitación de corriente, reduce la corriente que fluye en el circuito en falla a una magnitud significativamente menor que la que se obtiene en el mismo circuito, si el dispositivo se reemplazara con un conductor sólido de impedancia comparable.

Instalación industrial supervisada. Para los propósitos de la Parte VIII, son las partes industriales de una instalación donde se cumplen todas las condiciones siguientes:

> (a) Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión de ingeniería garantizan que únicamente personas calificadas tienen a su cargo el monitoreo y el servicio del sistema.
>
> (b) Cuando el sistema de alambrado del inmueble tiene una carga de 2.500 KVA o más usada en procesos industriales, actividades de manufactura, o ambas, calculada según el Artículo 220.
>
> (c) El inmueble tiene por lo menos una acometida o un alimentador de más de 150 voltios a tierra y más de 300 voltios entre fases.

Esta definición excluye a las instalaciones en edificios usadas para instalaciones industriales, oficinas, bodegas, garajes, talleres de maquinaria y servicios recreativos que no son parte integral de la planta industrial, la subestación o el centro de control.

240.3 Otros artículos. El equipo se debe proteger contra sobrecorriente de acuerdo con el artículo de este código que trate el tipo de equipo que se especifica en la Tabla 240.3.

Tabla 240.3 Otros artículos

Equipo	Artículo
Equipo de aire acondicionado y refrigeración	*440*
Electrodomésticos	*422*
Lugares de reunión	*518*
Equipos de procesamiento amplificación y reproducción de señal de audio,	*640*
Circuitos ramales	*210*
Barras canalizadas	*368*
Condensadores	*460*
Circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada	*725*
Grúas y montacargas eléctricos	*610*
Anuncios eléctricos e iluminación de contorno	*600*
Soldadores eléctricos	*630*
Celdas electrolíticas	*668*
Ascensores, montaplatos, escaleras y pasillos móviles; ascensores y elevadores para sillas de ruedas	*620*
Sistemas de emergencia	*700*
Sistemas de alarma contra incendios	*760*
Bombas contra incendios	*695*
Equipo de calefacción eléctrica fija de tuberías y recipientes	*427*
Equipo eléctrico fijo de calefacción de ambiente	*424*
Equipo eléctrico exterior fijo de deshielo y fusión de la nieve	*426*
Generadores	*445*
Instituciones para cuidado de la salud	*517*
Equipo de calentamiento dieléctrico y por inducción	*665*
Maquinaria industrial	*670*
Luminarias, portalámparas y lámparas	*410*
Estudios de cine y de televisión y lugares similares	*530*
Motores, circuitos de motores y controladores	*430*
Convertidores de fase	*455*
Órganos eléctricos de tubos	*650*
Receptáculos	*406*
Acometidas	*230*
Sistemas solares fotovoltaicos	*690*
Tableros de distribución y paneles de distribución	*408*
Teatros, áreas de espectadores en estudios cinematográficos y estudios de televisión y lugares similares	*520*
Transformadores y bóvedas de transformadores	*450*
Equipos de rayos X	*660*

240.4 Protección de los conductores. Los conductores que no sean cordones flexibles, cables flexibles ni alambres de artefactos, se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con su

ampacidad, tal como se especifica en la sección 310.15, excepto los casos permitidos o exigidos en las secciones 240.4 (A) hasta (G).

(A) Peligro de pérdida de potencia. No se debe exigir protección de los conductores contra sobrecarga cuando la interrupción del circuito pueda crear un riesgo, por ejemplo en los circuitos magnéticos de manejo de materiales o en bombas contra incendios. En estos casos se debe proporcionar protección contra cortocircuitos.

Nota: Véase el documento NFPA 20-2007, Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection.

(B) Dispositivos de 800 amperios nominales o menos. Se permitirá el uso de un dispositivo de protección contra sobrecorriente estándar, del valor nominal inmediato superior (sobre la ampacidad de los conductores que proteja), siempre que se cumplan en su totalidad las siguientes condiciones:

(i) Que los conductores protegidos no formen parte de un circuito ramal con varias salidas que alimenten receptáculos para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija.

(ii) Que la ampacidad de los conductores no corresponda a la corriente nominal estándar de un fusible o de un interruptor automático sin ajuste para disparo por sobrecarga por encima de su valor nominal (pero se permitirá que tenga otros ajustes de disparo o valores nominales).

(iii) Que el valor nominal estándar inmediatamente superior seleccionado no supere los 800 amperios.

(C) Dispositivos de más de 800 amperios nominales. Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente sea de más de 800 amperios nominales, la ampacidad de los conductores que protege debe ser igual o mayor que la corriente nominal del dispositivo, tal como se define en la sección 240.6.

(D) Conductores pequeños. A menos que se permita específicamente en las secciones 240.4 (E) o (G), la protección contra sobrecorriente no debe exceder lo exigido por (D) (1) a (D) (7) después de que se ha aplicado cualquier factor de corrección por temperatura ambiente y número de conductores.

(1) 18 AWG de Cobre. 7 amperios, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

a) Las cargas continuas no excedan 5.6 amperios.

b) La protección contra sobrecorriente la proporcione uno de los siguientes elementos:

i.) Interruptores automáticos con valor nominal para circuito ramal, listados y marcados para usarse con alambre de cobre 18 AWG.

ii.) Fusibles con valor nominal para circuito ramal, listados y marcados para usarse con alambre de cobre 18 AWG.

iii.) Fusibles Clases CC, J o T.

(2) 16 AWG de cobre. 10 amperios, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

(1) Las cargas continuas no excedan los 8 amperios.

(2) La protección contra sobrecorriente la proporcione uno de los siguientes elementos:

a) Interruptores automáticos con valor nominal para circuito ramal, listados y marcados para usarse con alambre de cobre 16 AWG.
b) Fusibles con valor nominal para circuito ramal, listados y marcados para usarse con alambre de cobre 16 AWG
c) Fusibles Clases CC, J o T.

(3) 14 AWG de cobre. 15 amperios.

(4) 12 AWG de aluminio y aluminio recubierto con cobre. 15 amperios.

(5) 12 AWG de cobre. 20 amperios.

(6) 10 AWG de aluminio y aluminio recubierto con cobre. 25 amperios.

(7) 10 AWG de cobre. 30 amperios.

(E) Conductores de derivación. Se permitirá que los conductores de derivación estén protegidos contra sobrecorriente, de acuerdo con las siguientes secciones:

(1) 210.19 (A) (3) y (A) (4), estufas y electrodomésticos de cocción, y otras cargas.

(2) 240.5 (B) (2), alambres de artefacto.

(3) 240.21, ubicación en el circuito.

(4) 368.17 (B), reducción en la ampacidad de barras canalizadas.

(5) 368.17 (C), alimentador o circuitos ramales (derivaciones de barras canalizadas).

(6) (6) 430.53 (D), derivaciones de un motor.

(F) Conductores del secundario de los transformadores.

Los conductores del secundario de transformadores monofásicos (excepto los bifilares) y polifásicos (excepto los trifilares con conexión delta - delta) no se

deben considerar protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario. Se permitirá que los conductores alimentados desde el secundario de un transformador monofásico con secundario bifilar (una sola tensión) o trifásico con conexión delta - delta con secundario trifilar (una sola tensión), estén protegidos mediante el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario (lado de alimentación) del transformador, siempre que esa protección cumpla lo establecido en la sección 450.3 y no supere el valor resultante de multiplicar la ampacidad del conductor del secundario por la relación de transformación de tensión del secundario al primario.

(G) Protección contra sobrecorriente para aplicaciones de conductores específicos. Se permitirá que la protección contra sobrecorriente para conductores específicos se suministre de acuerdo con como se indica en la Tabla 240.4 (G).

Tabla 240.4 (G). Aplicaciones de conductores específicos

Conductor	Artículo	Sección
Conductores de circuitos de equipos de aire acondicionado y refrigeración.	*440, partes III, VI*	
Conductores de circuitos de condensadores	*460*	*460.8(B) y 460.25 (A)-(D)*
Conductores de circuitos de control e instrumentación (Tipo ITC)	*727*	*727.9*
Conductores de circuitos para soldadores eléctricos	*630*	*630.12 y 630.32*
Conductores de circuitos de sistemas de alarma contra incendio	*760*	*760.43, 760.45, 760.121 y Capítulo 9, Tablas 12(A) y 12(B)*
Conductores de circuitos de electrodomésticos operados por motor	*422, parte II*	
Conductores de circuitos de motores y control de motores	*430, partes III, IV, V, VI, VII*	
Conductores de alimentación de convertidores de fase	*455*	*455.7*
Conductores de circuitos de control remoto, señalización y potencia limitada.	*725*	*725.43, 725.45, 725.121 y Capítulo 9, Tablas 11 (A) y 11 (B)*
Conductores de enlace del secundario	*450*	*450.6*

240.5 Protección de los cordones flexibles, cables flexibles y alambres de artefactos. Los cordones flexibles y cables flexibles, incluidos los decorativos y las extensiones, y los alambres de artefactos, se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con 240.5(A) o (B).

(A) Ampacidades. El cordón flexible y el cable flexible se deben proteger con un dispositivo de sobrecorriente de acuerdo con su ampacidad, tal como se especifica en las Tablas 400.5 (A) y 400.5 (B). Los alambres de artefactos se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con su ampacidad, tal como se especifica en la Tabla 402.5. Se permitirá que la protección complementaria contra sobrecorriente, tal como se establece en la sección 240.10, sea un medio aceptable para brindar esta protección.

(B) Dispositivo de sobrecorriente de circuitos ramales. Los cordones flexibles se deben proteger cuando sean alimentados por un circuito ramal, de acuerdo con uno de los métodos descritos en las secciones 240.5 (B) (1), (B) (3) o (B) (4). Los alambres de artefactos, cuando están alimentados por un circuito ramal, se deben proteger de acuerdo con la sección 240.5 (B) (2).

(1) Cordón de alimentación de electrodomésticos o luminarias listados. Cuando los cordones flexibles o cordones decorativos son aprobados para y son usados con un electrodoméstico específico o una luminaria listados, se considerará que están protegidos cuando se aplican cumpliendo los requisitos de listado para el electrodoméstico o la luminaria. Para los propósitos de esta sección, una luminaria puede ser portátil o fija.

(2) Alambre de artefactos eléctricos. Se permitirá que el alambre para artefactos eléctricos se derive del conductor del circuito ramal de un circuito ramal, de acuerdo con lo siguiente:

(a) Circuitos de 20 amperios - 18 AWG, hasta 15 m (50 pies) de longitud de tendido.

(b) Circuitos de 20 amperios - 16 AWG, hasta 30 m (100 pies) de longitud de tendido.

(c) Circuitos de 20 amperios - 14 AWG y mayor.

(d) Circuitos de 30 amperios - 14 AWG y mayor.

(e) Circuitos de 40 amperios - 12 AWG y mayor.

(f) Circuitos de 50 amperios - 12 AWG y mayor.

(3) Conjunto de cordones de extensión. Se debe considerar que el cordón flexible usado en conjuntos de cordones de extensión listado está protegido cuando se aplica cumpliendo los requisitos de listado del cordón de extensión.

(4) Conjuntos de cordones de extensión ensamblados en el sitio. Se permitirá que el cordón flexible usado en cordones de extensión hechos con componentes listados e instalados individualmente, sea conectado a un circuito ramal de acuerdo con lo siguiente:

Circuitos de 20 amperios -16 AWG y mayores.

240.6 Valores en amperios nominales normalizados.

(A) Fusibles e interruptores automáticos de disparo fijo. Los valores en amperios nominales normalizados de los fusibles e interruptores automáticos de circuito de tiempo inverso, son: 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1600, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000 y 6000 amperios. Los valores en amperios nominales normalizadas adicionales para fusibles deben ser de 1, 3, 6, 10 y 601. Se permitirá el uso de fusibles e interruptores automáticos de tiempo inverso con valores nominales en amperios no normalizadas.

(B) Interruptores automáticos de disparo ajustable. La capacidad nominal de corriente de los interruptores automáticos de disparo ajustable que tengan medios externos para regular el ajuste de la corriente (ajuste de tiempo largo) que no cumplan los requisitos de la sección 240.6(C), debe ser el valor máximo posible de ajuste.

(C) Interruptores automáticos de disparo ajustable y acceso restringido. Se permitirá que un interruptor automático que tiene acceso restringido al medio de ajuste tenga uno(s) valor(es) nominal(es) en amperios que sea(n) igual(es) a la posición de corriente ajustada (ajuste de tiempo largo). El acceso restringido se debe definir como la ubicación bajo de alguno de los siguientes:

(1) Cubiertas removibles y sellables sobre el medio de ajuste.

(2) Puertas atornilladas del envolvente del equipo.

(3) Puertas con cerradura, accesibles solamente a personal calificado.

240.8 Fusibles o interruptores automáticos en paralelo.

Se permitirá que los fusibles e interruptores automáticos estén conectados en paralelo si son ensamblados en paralelo en fábrica y listados como una sola unidad. Los fusibles individuales, interruptores automáticos o combinaciones de ellos no se deben conectar en paralelo de otra manera diferente.

240.9 Dispositivos térmicos.

Los relés térmicos y otros dispositivos, no diseñados para abrir cortocircuitos o fallas a tierra, no se deben usar para la protección de los conductores contra sobrecorrientes producidas por cortocircuitos o fallas a tierra, pero sí se permitirá su uso para proteger contra sobrecargas a los conductores de los circuitos ramales de motores si están protegidos de acuerdo con la sección 430.40.

240.10 Protección suplementaria contra sobrecorriente.

Cuando se utilice protección suplementaria contra sobrecorriente en luminarias, electrodomésticos y otros equipos o para los circuitos y componentes internos de los equipos, no se debe usar como sustituto de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos ramales ni en lugar de la protección de los circuitos ramales. No se exigirá que los dispositivos suplementarios contra

sobrecorriente sean fácilmente accesibles.

240.12 Coordinación de los sistemas eléctricos.

Cuando se requiera una interrupción programada para reducir al mínimo el riesgo o riesgos para las personas y equipos, se permitirá un sistema de coordinación basado en las dos condiciones siguientes:

(1) Protección coordinada contra cortocircuitos.

(2) Indicación de sobrecarga mediante sistemas o dispositivos de monitoreo.

> **Nota**: El sistema de monitoreo puede hacer que esa situación produzca una alarma que permita tomar medidas correctivas o una interrupción programada del circuito, reduciendo así al mínimo los riesgos para las personas y los daños de los equipos.

240.13 Protección de los equipos contra fallas a tierra.

La protección de los equipos contra fallas a tierra se debe proporcionar de acuerdo con lo establecido en la sección 230.95 para sistemas eléctricos en estrella, conectados a tierra sólidamente, de más de 150 voltios a tierra pero que no superen los 600 voltios entre fases, para cada dispositivo individual utilizado como medio principal de desconexión de un edificio o estructura, con capacidad nominal de 1,000 amperios o más.

Las disposiciones de esta sección no se deben aplicar a un medio de desconexión para:

(1) Procesos industriales continuos, en donde una parada no programada introducirá riesgos adicionales o incrementará los existentes.

(2) Instalaciones en las que la protección contra fallas a tierra está prevista por otros requisitos para acometidas o alimentadores.

(3) Bombas contra incendios.

240.15 Conductores no puestos a tierra.

(A) Dispositivo exigido de protección contra sobrecorriente. Se debe conectar un fusible o una unidad de disparo por sobrecorriente de un interruptor automático en serie con cada conductor no puesto a tierra. Se considerará que una combinación de transformador de corriente y un relé de sobrecorriente equivale a una unidad de disparo por sobrecorriente.

> **Nota**: Véanse las partes III, IV, V y XI del artículo 430 para los circuitos de motores.

(B) Interruptor automático como dispositivo de protección contra sobrecorriente. Los interruptores automáticos deben abrir todos los conductores no puestos a tierra de los circuitos, tanto manual como automáticamente, a menos que las secciones indicadas a continuación permitan algo diferente: 240.15 (B) (1), (B) (2) y (B) (3).

(1) Circuito ramal multiconductor. Excepto cuando se apliquen las limitaciones de la sección 210.4(B), se permitirán interruptores automáticos monopolares individuales con o sin enclavamientos mecánicos identificados de las manijas, como protección para cada conductor no puesto a tierra de circuitos ramales multiconductores que alimentan solamente cargas monofásicas de línea a neutro.

(2) Circuitos monofásicos puestos a tierra y circuitos trifilares de corriente continua. En sistemas puestos a tierra, se permitirán interruptores automáticos monopolares individuales con enclavamientos mecánicos identificados de las manijas, como protección para cada conductor no puesto a tierra para cargas conectadas de línea a línea, en circuitos monofásicos o circuitos trifilares de corriente continua.

(3) Sistemas trifásicos y bifásicos. Para cargas de línea a línea en sistemas trifásicos tetrafilares o sistemas bifásicos pentafilares, que tienen un punto neutro puesto a tierra y ningún conductor que opere a una tensión superior a la permitida en la sección 210.6, se permitirán interruptores automáticos monopolares individuales con enclavamientos mecánicos identificados de las manijas, como protección para cada conductor no puesto a tierra.

(C) Sistemas de distribución de potencia de bucle cerrado. Se permitirán dispositivos listados que ofrezcan una protección equivalente contra sobrecorriente en sistemas de distribución de potencia de bucle cerrado, como sustitutos de los fusibles o los interruptores automáticos.

II. Ubicación

240.21 Ubicación en el circuito. Se debe proporcionar protección contra sobrecorriente en cada conductor no puesto a tierra del circuito, y debe estar ubicada en el punto en el que los conductores reciben su alimentación, exceptuando como se especifica en las secciones 240.21 (A) hasta (H). Los conductores alimentados de acuerdo con las disposiciones de las secciones 240.21 (A) hasta (H) no deben alimentar otro conductor, excepto a través de un dispositivo de protección contra sobrecorriente que cumpla los requisitos de la sección 240.4.

(A) Conductores de un circuito ramal. Se permitirá que los conductores en derivación de un circuito ramal que cumplan con los requisitos especificados en la sección 210.19, tengan protección contra sobrecorriente tal como se especifica en la sección 210.20.

(B) Derivaciones del alimentador. Se permitirá que los conductores se deriven de un alimentador, sin protección contra sobrecorriente en la derivación, como se especifica en las secciones 240.21 (B) (1) a (B) (5). Las disposiciones de la sección 240.4 (B) no se deben permitir para conductores de derivación.

(1) Derivaciones no superiores a 3.0 m (10 pies) de longitud. Cuando la longitud de los conductores de derivación no exceda los 3.0 m (10 pies) y los conductores de derivación cumplan con todo lo siguiente:

(1) La ampacidad de los conductores de derivación:

a. No es inferior a las cargas calculadas combinadas en los circuitos alimentados por los conductores de derivación, y

b. No es inferior al valor nominal del dispositivo alimentado por los conductores de derivación o no es inferior al valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente en las terminaciones de los conductores de derivación.

(2) Los conductores de derivación no se extienden más allá del tablero de distribución, el panel de distribución, el medio de desconexión o los dispositivos de control que alimentan.

(3) Excepto en el punto de conexión al alimentador, los conductores de derivación están encerrados en una canalización, la cual se debe extender desde la derivación al gabinete de un tablero de distribución encerrado, panel de distribución o dispositivos de control, o a la parte posterior de un tablero de distribución a la vista.

(4) Para instalaciones en sitio, cuando los conductores de derivación salen del envolvente o bóveda, en los cuales se hace la derivación, el valor nominal del dispositivo de sobrecorriente en el lado de la línea de los conductores de derivación no debe ser superior a 10 veces la ampacidad del conductor de derivación.

Nota: Para los requisitos de protección contra sobrecorriente de paneles de distribución, véase la sección 408.36.

(2) Derivaciones no superiores a 7.5 m (25 pies) de longitud. Cuando la longitud de los conductores de derivación no exceda los 7.5 m (25 pies) y los conductores de derivación cumplan con todas las siguientes condiciones:

(1) La ampacidad de los conductores de derivación no es inferior a una tercera parte del valor nominal del dispositivo de sobrecorriente que protege los conductores del alimentador.

(2) Los conductores de derivación terminan en un solo interruptor automático o un solo conjunto de fusibles que limitará la carga a la ampacidad de los conductores de derivación. Se permitirá que este dispositivo alimente cualquier número de dispositivos de protección contra sobrecorriente adicionales en su lado de carga.

(3) Los conductores de derivación están protegidos del daño físico por estar encerrados en una canalización aprobada o por otros medios aprobados.

(3) Derivaciones que alimentan un transformador (la suma de las longitudes del primario más el secundario no deben medir más de 7.5 m (25 pies) de longitud). Cuando los conductores de derivación alimenten un transformador y cumplan con todas las condiciones siguientes:

(a) Los conductores que alimentan al primario del transformador tienen una ampacidad de por lo menos un tercio de valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente de los conductores del alimentador.

(b) Los conductores alimentados por el secundario del transformador deben tener una ampacidad que no es inferior al valor de la relación de tensión de primario a secunda rio multiplicado por un tercio de valor nominal del dispositivo de sobrecorriente que protege los conductores del alimentador.

(c) La longitud total de un conductor del primario más uno del secundario, excluyendo cualquier parte del conductor del primario que esté protegida a su ampacidad, no es mayor de 7.5 m (25 pies).

(d) Los conductores del primario y del secundario están protegidos del daño físico por estar encerrados en una canalización aprobada o por otros medios aprobados.

(e) Los conductores del secundario terminan en un solo interruptor automático o conjunto de fusibles que limitarán la corriente de carga a un valor no superior a la ampacidad del conductor que permite la sección 310.15.

(4) Derivaciones de más de 7.5 m (25 pies) de longitud. Cuando el alimentador está en fábricas con naves de gran altura, con paredes de más de 11 m (35 pies) de altura y la instalación cumple con todas las siguientes condiciones:

(a) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que los sistemas serán atendidos únicamente por personal calificado.

(b) Los conductores de derivación no miden más de 7.5 m (25 pies) de longitud horizontal y máximo 30 m (100 pies) de longitud total.

(c) La ampacidad de los conductores de derivación no es menor que un tercio del valor nominal del dispositivo de sobrecorriente que protege los conductores del alimentador.

(d) Los conductores de derivación terminan en un solo interruptor automático o en un solo conjunto de fusibles que limitará la carga a la ampacidad de los conductores de derivación. Se permitirá que este único dispositivo de sobrecorriente alimente cualquier número de dispositivos adicionales de sobrecorriente en su lado de carga.

(e) Los conductores de derivación están protegidos del daño físico por estar encerrados en una canalización aprobada o por otros medios aprobados.

(f) Los conductores de derivación son continuos de un extremo a otro, sin empalmes.

(g) Los conductores de derivación son de cobre en calibre 6 AWG o de aluminio en calibre 4 AWG o mayores.

(h) Los conductores de derivación no atraviesan paredes, pisos ni techos.

(i) La derivación está hecha a no menos de 9 m (30 pies) del piso.

(5) Derivaciones exteriores de longitud ilimitada. Cuando los conductores están localizados en el exterior de un edificio o estructura, excepto en el punto de terminación de la carga, y cumplen todas las condiciones siguientes:

(a) Los conductores están protegidos del daño físico de una manera aprobada.

(b) Los conductores terminan en un solo interruptor automático o en un solo conjunto de fusibles que limita la carga a la ampacidad de los conductores. Se permitirá que este único dispositivo de sobrecorriente alimente cualquier número de dispositivos de sobrecorriente adicionales en su lado de carga.

(c) El dispositivo de sobrecorriente para los conductores es parte integral de un medio de desconexión o se debe ubicar inmediatamente adyacente a él.

(d) El medio de desconexión para los conductores está instalado en un lugar fácilmente accesible, y cumple una de las siguientes condiciones:

i. En el exterior del edificio o estructura.

ii. Adentro, lo más cerca del punto de entrada de los conductores.

iii. Cuando se instala de acuerdo con la sección 230.6, lo más cerca del punto de entrada de los conductores.

(C) Conductores del secundario de un transformador. Se permitirá que un conjunto de conductores que alimenten una sola carga, o cada conjunto de conductores que alimente cargas separadas estén conectados al secundario de un transformador sin protección contra sobrecorriente en el secundario, como se especifica en las secciones 240.21 (C) (1) hasta (C) (6). No se deben permitir las disposiciones de la sección 240.4 (B) para los conductores del secundario de un transformador.

Nota. Para los requisitos de protección contra sobrecorriente para transformadores, véase la sección 450.3.

(1) Protección por un dispositivo de sobrecorriente en el primario. Se permitirá que los conductores,

alimentados desde el lado secundario de un transformador monofásico con un secundario bifilar (de una sola tensión), o un transformador trifásico conectado en delta-delta con un secundario trifilar (de una sola tensión) estén protegidos mediante la protección contra sobrecorriente suministrada en el lado primario (alimentación) del transformador, siempre y cuando esta protección esté de acuerdo con la sección 450.3 y no exceda el valor obtenido de multiplicar la ampacidad del conductor del secundario, por la relación de transformación de la tensión del secundario al primario. Los conductores del secundario de transformadores monofásicos (diferentes de los bifilares) y multifásicos (diferentes de los trifilares delta-delta) no se consideran protegidos por el dispositivo protector de sobrecorriente del primario.

(2) Conductores del secundario del transformador de longitud no superior a 3 m (10 pies). Cuando la longitud del conductor del secundario no excede los 3 m (10 pies) y cumple con todo lo siguiente:

(1) La ampacidad de los conductores del secundario es:

a. No inferior a las cargas combinadas calculadas en los circuitos alimentados por los conductores del secundario.

b. No inferior al valor nominal del dispositivo alimentado por los conductores del secundario, o no inferior al valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente en la terminación de los conductores del secundario.

(2) Los conductores del secundario no se extienden más allá del tablero de distribución, del panel de distribución, del medio de desconexión o de los dispositivos de control a los que alimentan.

(3) Los conductores del secundario están encerrados en una canalización que se debe extender desde el transformador hasta el envolvente de un tablero de distribución encerrado, el panel de distribución o los dispositivos de control, o a la parte posterior de un tablero de distribución a la vista.

(4) Para instalaciones en sitio, donde los conductores del secundario salen del envolvente o bóveda, en los cuales se hace la conexión de alimentación, el valor nominal del dispositivo de sobrecorriente que protege al primario del transformador multiplicada por la relación de tensión del primario al secundario del transformador no debe ser superior a 10 veces la ampacidad del conductor del secundario.

Nota: Para los requisitos de protección contra sobrecorriente de paneles de distribución, véase la sección 408.36

(3) Conductores del secundario de longitud no superior a 7.5 m (25 pies) en instalaciones industriales. Para instalaciones industriales solamente, en donde la longitud de los conductores del secundario no supere los 7.5 m (25 pies) y cumpla con todas las siguientes condiciones:

(1) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que los sistemas serán atendidos únicamente por personal calificado.

(2) La ampacidad de los conductores del secundario no es inferior al valor nominal de corriente del secundario del transformador, y la suma de los valores nominales

de los dispositivos de sobrecorriente no supera la ampacidad de los conductores del secundario.

(3) Todos los dispositivos de sobrecorriente están agrupados. (4) Los conductores del secundario están protegidos del daño físico por estar encerrados en una canalización aprobada o por otros medios aprobados.

(4) Conductores del secundario en exteriores. Cuando los conductores están localizados en el exterior de un edificio o estructura, excepto en el punto de terminación de la carga, y cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) Los conductores están protegidos de daño físico de una manera aprobada.

(2) Los conductores terminan en un solo interruptor automático o en un solo conjunto de fusibles que limita la carga a la ampacidad de los conductores. Se permitirá que este único dispositivo de sobrecorriente alimente cualquier número de dispositivos de sobrecorriente adicionales en su lado de carga.

(3) El dispositivo de sobrecorriente para los conductores es una parte integral del medio de desconexión o se debe ubicar inmediatamente adyacente a éste.

(4) El medio de desconexión para los conductores está instalado en un lugar fácilmente accesible, y cumple una de las siguientes condiciones:

a. En el exterior del edificio o estructura.

b. Adentro, lo más cerca del punto de entrada de los conductores.

c. Cuando se instalan de acuerdo con la sección 230.6, lo más cerca del punto de entrada de los conductores.

(5) Conductores del secundario de un transformador derivado de un alimentador. Se permitirá que los conductores del secundario del transformador instalados de acuerdo con la sección 240.21 (B) (3), tengan protección contra sobrecorriente como se especifica en esa sección.

(6) Conductores del secundario de no más de 7.5 m (25 pies) de longitud. Cuando la longitud de los conductores del secundario no exceda los 7.5 m (25 pies) y cumplan con todas las condiciones siguientes:

(a) Los conductores del secundario deben tener una ampacidad que no es inferior al valor de la relación de tensión de primario a secundario multiplicado por un tercio del valor nominal del dispositivo de sobrecorriente que protege al primario del transformador.

(b) Los conductores del secundario terminan en un solo interruptor automático o conjunto de fusibles que limita la corriente de la carga a un valor no superior a la ampacidad del conductor que permite la sección 310.15

(c) Los conductores del secundario están protegidos del daño físico por

estar encerrados en una canalización aprobada o por otros medios aprobados.

(D) Conductores de la acometida. Se permitirá que los conductores de la acometida estén protegidos por dispositivos de sobrecorriente de acuerdo con la sección 230.91.

(E) Derivaciones desde barras canalizadas. Se permitirá que las barras canalizadas y las derivaciones de las barras canalizadas estén protegidas contra sobrecorriente de acuerdo con la sección 368.17.

(F) Derivaciones circuitos de motor. Se permitirá que los conductores de alimentadores de motores y de circuitos ramales estén protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con las secciones 430.28 y 430.53 respectivamente.

(G) Conductores desde los terminales de generadores. Se permitirá que los conductores que salen de los terminales de generadores y que cumplen el requisito de calibre de la sección 445.13 estén protegidos contra sobrecarga por el (los) dispositivo(s) de protección contra sobrecarga del generador exigido en la sección 445.12.

(H) Conductores de baterías. Se debe permitir que la protección contra sobrecorriente esté instalada lo más cerca que sea posible de los terminales de la batería de acumuladores en un lugar que no presente peligro. La instalación de la protección contra sobrecorriente dentro de un lugar peligroso también se debe permitir.

240.22 Conductores puestos a tierra. Ningún dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe conectar en serie con un conductor que esté intencionalmente puesto a tierra, a menos que se cumpla una de las dos condiciones siguientes:

(1) El dispositivo de sobrecorriente abre todos los conductores del circuito, incluido el conductor puesto a tierra, y está diseñado de manera que ningún polo pueda operar independientemente.

(2) En donde lo exijan las secciones 430.36 o 430.37, para protección contra sobrecarga del motor.

240.23 Cambio en el calibre del conductor puesto a tierra. Cuando se produzca un cambio de calibre del conductor no puesto a tierra, se permitirá hacer un cambio similar en el calibre del conductor puesto a tierra.

240.24 Ubicación en o sobre inmuebles.

(A) Accesibilidad. Los dispositivos de sobrecorriente deben estar fácilmente accesibles y se deben instalar de manera que el centro de agarre de la manija de operación del interruptor o del interruptor automático, cuando está en su posición más alta, no quede a más de 2 m (6 pies 7 pulgadas) por encima del suelo o de la plataforma de trabajo, a menos que se presente alguna de las situaciones siguientes:

(1) Para barras canalizadas, de acuerdo con la sección 368.17(C).

(2) Para protección suplementaria contra sobrecorriente, tal como se describe en la sección 240.10.

(3) Para dispositivos de sobrecorriente, según se describe en las secciones 225.40

y 230.92.

(4) Para dispositivos de sobrecorriente adyacentes al equipo de utilización al que alimentan, se permitirá acceso por medios portátiles.

(B) Ocupaciones. Cada ocupante debe tener fácil acceso a todos los dispositivos de sobrecorriente que protegen los conductores que alimentan esa ocupación, a menos que se permita algo diferente en las secciones 240.24 (B) (1) y (B) (2).

(1) Dispositivos de protección contra sobrecorriente del alimentador y de la acometida. Cuando la administración del edificio suministra el servicio y mantenimiento eléctrico, y están bajo su supervisión continua, se permitirá que los dispositivos de sobrecorriente de la acometida y los dispositivos de sobrecorriente del alimentador que alimentan más de una ocupación sean accesibles solamente a personal autorizado de la administración, en:

(1) En edificios de múltiples ocupaciones.

(2) En habitaciones de huéspedes y suites de huéspedes.

(2) Dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito ramal. Cuando la administración del edificio suministra el servicio y mantenimiento eléctricos, y están bajo su supervisión continua, se permitirá que los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito ramal que alimenta las habitaciones o suites de huéspedes sin disponibilidad permanentes de cocina sean accesibles únicamente a personas autorizadas.

(C) No expuesto a daño físico. Los dispositivos de sobrecorriente se deben ubicar en donde no queden expuestos al daño físico.

Nota: Véase la sección 110.11, Agentes deteriorantes.

(D) No en la cercanía de material fácilmente inflamable. Los dispositivos de sobrecorriente no se deben colocar en la cercanía de material fácilmente inflamable, como por ejemplo en armarios de ropa.

(E) No ubicados en cuartos de baño. En unidades de vivienda y habitaciones o suites de huéspedes en hoteles y moteles, los dispositivos de sobrecorriente diferentes de la protección suplementaria contra sobrecorriente, no se deben ubicar en cuartos de baño.

(F) No ubicados arriba de los peldaños. Los dispositivos de sobrecorriente no se deben ubicar arriba de los peldaños de escaleras.

III. Gabinetes

240.30 Generalidades.

(A) Protección contra daño físico. Los dispositivos de sobrecorriente se deben proteger del daño físico mediante alguno de los siguientes:

(1) Instalación en Envolventes (*Enclosure*), gabinetes, cajas de corte o

ensambles de equipos.

(2) Montaje en tableros de distribución de tipo a la vista, en paneles de distribución o en tableros de control que se encuentren en habitaciones o Envolventes libres de humedad y de material fácilmente inflamable, y que sean accesibles solamente a personal calificado.

(B) Palanca de operación. Se permitirá que la palanca de operación de un interruptor automático sea accesible sin tener que abrir una puerta o cubierta.

240.32 Sitios húmedos o mojados. Los Envolventes (*Enclosures*) para dispositivos de sobrecorriente en sitios húmedos o mojados deben cumplir con la sección 312.2.

240.33 Posición vertical. Los Envolventes (*Enclosure*) para dispositivos de sobrecorriente se deben montar en posición vertical, a menos que se demuestre que no es factible. Se permitirá que los gabinetes de los interruptores automáticos estén instalados horizontalmente cuando dicho interruptor está instalado de acuerdo con la sección 240.81. Se permitirá montar las unidades enchufables de barras canalizadas listadas, en las orientaciones correspondientes a la posición de montaje de las barras canalizadas.

IV. Desconexión y resguardo.

240.40 Medios de desconexión para fusibles. Los fusibles de cartucho en circuitos de cualquier tensión cuando son accesibles a personas no calificadas, y todos los fusibles en circuitos de más de 150 voltios a tierra se deben suministrar con un medio de desconexión en su lado de alimentación de modo que cada circuito que tenga fusibles se pueda independientemente desconectar de la fuente de energía eléctrica. En el lado de alimentación del medio de desconexión de la acometida, se permitirá un dispositivo limitador de corriente sin un medio de desconexión, como se permite en la sección 230.82.

Se permitirá un solo medio de desconexión en el lado de alimentación de más de un conjunto de fusibles, como se permite en la sección 430.112, excepción, para la operación en grupo de motores, y la sección 424.22(C) para equipo eléctrico fijo de calefacción de ambiente.

240.41 Partes que forman arco eléctrico o que se mueven repentinamente. Las partes que forman arco eléctrico o que se mueven repentinamente deben cumplir con las disposiciones de 240.41 (A) y (B).

(A) Ubicación. Los fusibles e interruptores automáticos deben estar situados o blindados de manera que las personas no se quemen ni se hieran por su operación.

(B) Partes que se mueven repentinamente. Las manijas o palancas de accionamiento de los interruptores automáticos y otras partes similares, que se puedan mover repentinamente de modo que pueden herir a las personas que estén en su cercanía al golpearlas, deben estar separadas o resguardadas.

V. Fusibles de tapón, portafusibles y adaptadores

240.50 Generalidades.

(A) Tensión máxima. Se permitirá el uso de fusibles de tapón en los siguientes circuitos:

(1) Circuitos que no exceden los 125 voltios entre conductores.

(2) Circuitos alimentados por un sistema que tiene un punto neutro a tierra, en donde la tensión línea-neutro no supera los 150 voltios.

(B) Marcado. Cada fusible, portafusible y adaptador se debe marcar con su valor nominal en amperios.

(C) Configuración hexagonal. Los fusibles de tapón con valor nominal de 15 amperios y menos, se deben identificar por la forma hexagonal de la ventanilla, tapa u otra parte prominente que los distinga de los fusibles de mayor valor nominal de corriente.

(D) Sin partes energizadas. Los fusibles de tapón, portafusibles y adaptadores no deben presentar partes energizadas expuestas después de que los fusibles o los fusibles y los adaptadores han sido instalados.

(E) Casquillo roscado. El casquillo roscado de los portafusibles de tipo tapón se debe conectar del lado de carga del circuito.

240.51 Fusibles con base Edison.

(A) Clasificación. Los fusibles de tapón con base de tipo Edison se deben clasificar para máximo 125 voltios y 30 amperios y menos.

(B) Sólo para reemplazo. Los fusibles de tapón con base de tipo Edison se deben usar sólo como reemplazo en las instalaciones existentes, cuando no haya evidencia de empleo de fusibles de capacidad sobredimensionada, o de alteraciones en su instalación.

240.52 Portafusibles con base Edison. Los portafusibles con base de tipo Edison se deben instalar sólo cuando estén hechos para aceptar fusibles de Tipo S mediante el uso de adaptadores.

240.53 Fusibles de Tipo S. Los fusibles de Tipo S deben ser de tipo tapón y deben cumplir con las disposiciones de 240.53 (A) y (B).

(A) Clasificación. Los fusibles de Tipo S se deben clasificar máximo a 125 voltios y de 0 a 15 amperios, de 16 a 20 amperios y de 21 a 30 amperios.

(B) No intercambiables. Los fusibles de Tipo S de las clasificaciones en amperios descritas en la sección 240.53(A), no se deben intercambiar con fusibles de menor corriente nominal. Deben estar diseñados de manera que no se puedan utilizar sino en portafusibles de Tipo S o en un portafusible que tenga insertado un adaptador de Tipo S.

240.54 Fusibles, adaptadores y portafusibles de Tipo S.

(A) Para montar en portafusibles con base Edison. Los adaptadores de Tipo S deben poder montarse en portafusibles con base Edison.

(B) Sólo para montar fusibles de Tipo S. Los portafusibles y adaptadores de Tipo S deben estar diseñados de modo que el propio portafusible o un portafusible con un adaptador de Tipo S insertado,

sólo se pueda usar con un fusible de Tipo S.

(C) No removibles. Los adaptadores de Tipo S deben estar diseñados de modo que, una vez instalados en un portafusible, no se puedan remover.

(D) No alterables. Los fusibles, portafusibles y adaptadores de Tipo S deben estar diseñados de modo que resulte difícil alterarlos o hacerles una conexión en puente.

(E) Intercambiabilidad. Las dimensiones de los fusibles, portafusibles y adaptadores de Tipo S se deben normalizar para que se puedan intercambiar, cualquiera que sea el fabricante.

VI. Fusibles de cartucho y portafusibles

240.60 Generalidades.

(A) Tensión máxima - Tipo 300 voltios. Se permitirá la utilización de los fusibles de cartucho y portafusibles del tipo de 300 voltios en los siguientes circuitos:

(1) Circuitos que no superen los 300 voltios entre conductores.

(2) Circuitos monofásicos línea a neutro, alimentados por una fuente trifásica tetrafilar con el neutro puesto a tierra sólidamente, en donde la tensión de línea a neutro no sea superior a 300 voltios.

(B) No intercambiables - portafusibles de cartucho de 0 a 6000 amperios. Los portafusibles deben estar diseñados de modo que resulte difícil poner un fusible de cualquier clase dada en un portafusibles diseñado para una corriente menor o una tensión mayor que el fusible en cuestión. Los portafusibles de fusibles limitadores de corriente no deben permitir la inserción de fusibles que no sean limitadores de corriente.

(C) Marcado. Los fusibles deben estar claramente marcados, mediante impresión en el cuerpo del fusible o mediante una etiqueta pegada a éste, que indique lo siguiente:

(1) Corriente nominal

(2) Tensión nominal

(3) Valor nominal de interrupción cuando sea distinta de 10,000 amperios

(4) Limitación de corriente, en donde sea aplicable (5) La marca registrada o nombre del fabricante

No se exigirá que el valor nominal de interrupción vaya marcado en los fusibles usados para protección suplementaria.

(D) Fusibles renovables. Se permite el uso de fusibles de cartucho clase H únicamente como reemplazo en las instalaciones existentes, cuando no haya evidencia de empleo de fusibles de capacidad sobredimensionada, o de alteraciones en su instalación.

240.61 Clasificación. Los fusibles de cartucho y portafusibles se deben clasificar de acuerdo a su

gama de tensión y de corriente. Se permitirá el uso de fusibles de 600 voltios nominales o menos, a tensiones iguales o menores a su tensión nominal.

VII. Interruptores automáticos

240.80 Modo de operación. Los interruptores automáticos deben ser de disparo libre y se deben poder abrir o cerrar manualmente. Se permitirá que su modo normal de funcionamiento sea diferente del manual, por ejemplo eléctrico, si además cuenta con medios para su accionamiento manual.

240.81 Indicación. Los interruptores automáticos deben indicar claramente si están en posición abierta (circuito desconectado "OFF") o cerrada (circuito conectado "ON").
Cuando las palancas de los interruptores automáticos se accionen verticalmente y no de forma rotacional ni horizontal, la posición de circuito cerrado ("ON") debe ser con la palanca hacia arriba.

240.82 No alterables. Un interruptor automático debe estar diseñado de modo que cualquier alteración de su punto de disparo (calibración) o del tiempo requerido para su operación, exija desmantelar el dispositivo o romper un sello para realizar ajustes distintos de los previstos.

240.83 Marcado.

(A) Duradero y visible. Los interruptores automáticos deben estar marcados con su corriente nominal de forma duradera y visible después de instalarlos. Se permitirá que tales marcas sean visibles al remover la guarnición o cubierta.

(B) Ubicación. Los interruptores automáticos de 100 amperios nominales o menos y 600 voltios nominales o menos deben tener su valor nominal en amperios moldeado, estampado, grabado o marcado de algún modo similar en sus palancas o en un rótulo o un área que rodee la palanca.

(C) Valor nominal de interrupción. Todos los interruptores automáticos con valor nominal de interrupción distinta de 5,000 amperios, deben llevar visible su valor de interrupción.

No se debe exigir que este valor nominal de interrupción vaya marcada en interruptores automáticos usados para protección suplementaria.

(D) Usados como desconectivos. Los interruptores automáticos usados como desconectivos en circuitos de alumbrado fluorescente de 120 voltios y 277 voltios deben estar listados y marcados con las letras "SWD" o "HID". Los interruptores automáticos usados como desconectivos en circuitos de alumbrado de descarga de alta intensidad deben ser listados y estar marcados con las letras "HID".

(E) Marcado de la tensión. Los interruptores automáticos deben estar marcados con una tensión nominal no inferior a la tensión nominal del sistema, que sea indicadora de su habilidad para interrumpir corrientes de falla entre fases o entre fase y tierra.

240.85 Aplicaciones. Se permitirá la instalación de un interruptor automático con una sola tensión nominal, por ejemplo 240 voltios o 480 voltios, en un circuito en el que la tensión nominal entre dos conductores cualesquiera no supere la tensión nominal del interruptor automático. No se debe utilizar un interruptor automático bipolar para proteger circuitos trifásicos conectados en delta con una esquina puesta a tierra, a menos que esté rotulado como 1 o-3 o, que indican dicha utilidad.

Se permitirá la instalación de un interruptor automático con dos tensiones nominales separadas por

una diagonal, por ejemplo de 120/240 voltios o 480Y/277 voltios, en un circuito puesto a tierra sólidamente, en el que la tensión nominal de cualquier conductor a tierra no supere el menor de los dos valores de tensión del interruptor automático y además la tensión nominal entre dos conductores cualesquiera no supere la mayor tensión nominal del interruptor automático.

Nota: Para la aplicación adecuada de interruptores automáticos de caja moldeada en sistemas trifásicos en estrella que no estén sólidamente puestos a tierra, en particular en sistemas en delta con una esquina puesta a tierra considerar la habilidad de interrupción del polo individual del interruptor automático.

240.86 Valores nominales en serie. Cuando un interruptor automático se usa en un circuito que tiene una corriente de falla disponible superior a su valor nominal de interrupción marcada, al estar conectado al lado de carga de un dispositivo aceptable de protección contra sobrecorriente que posee el mayor valor nominal, el interruptor automático debe satisfacer los requisitos que se indican en (A) o (B), y (C).

(A) Selección bajo supervisión de ingeniería en instalaciones existentes. Los dispositivos de combinación de valor nominal en serie deben ser seleccionados por un profesional certificado en ingeniería, involucrado principalmente en el diseño o el mantenimiento de instalaciones eléctricas. La selección debe estar documentada y sellada por el ingeniero profesional. Esta documentación debe estar disponible para las personas autorizadas para diseñar, instalar, inspeccionar, mantener y operar el sistema. Esta combinación en serie de valores nominales, incluyendo la identificación del dispositivo aguas arriba, se debe marcar en el campo sobre el equipo para uso final.
Para aplicaciones calculadas, el ingeniero debe garantizar que el(los) interruptor(es) automático(s) aguas abajo que forman parte de la combinación en serie, permanezcan inactivos durante el periodo de interrupción del dispositivo limitador de corriente con valor nominal total en el lado de la línea.

(B) Combinaciones puestas a prueba. La combinación del dispositivo de protección de sobrecorriente e interruptores automáticos en el lado de carga se prueba y se marca en el equipo para uso final tales como tableros de distribución y paneles de distribución.

Nota para (A) y (B): véase la sección 110.22 en relación con el marcado de los sistemas de combinación en serie.

(C) Contribución del motor. Los valores nominales en serie no se deben usar cuando:

(1) Los motores están conectados en el lado de carga del dispositivo de sobrecorriente de mayor valor nominal y en el lado de la línea del dispositivo de sobrecorriente con menor valor nominal.

(2) La suma de las corrientes a plena carga del motor excede el 1% del valor nominal de interrupción del interruptor automático con el menor valor nominal.

VIII. Instalaciones industriales supervisadas

240.90 Generalidades. La protección contra sobrecorriente en áreas de instalaciones industriales supervisadas debe cumplir con todas las disposiciones aplicables de las otras secciones de este artículo, excepto como se establece en la parte VIII. Sólo se permitirá la aplicación de las disposiciones de la parte VIII a aquellas partes del sistema eléctrico de la instalación industrial supervisada, usadas exclusivamente para actividades de manufactura o de control de procesos.

240.92 Ubicación en el circuito. Se debe conectar un dispositivo de protección contra sobrecorriente en cada conductor no puesto a tierra del circuito, tal como se exige en las secciones 240.92(A) hasta (E).

(A) Conductores de alimentadores y circuitos ramales. Los conductores de alimentadores y circuitos ramales se deben proteger en el punto en que los conductores reciben su alimentación, tal como se permite en la sección 240.21, o según se permita algo diferente en las secciones 240.92 (B), (C), (D), o (E).

(B) Derivaciones del alimentador. En las derivaciones del alimentador que se especifican en las secciones 240.21 (B) (2), (B) (3) y (B) (4), se debe permitir que los conductores de derivación sean dimensionados de acuerdo con la Tabla 240.92 (B).

Tabla 240.92 (B) Corriente nominal de cortocircuito de conductores de derivación

Se considera que los conductores de derivación están protegidos en condiciones de cortocircuito cuando no se excede su límite de temperatura de cortocircuito. El calentamiento del conductor en condiciones de cortocircuito está determinado por (1) o (2):

(1) Fórmula de cortocircuito para conductores de cobre

$$(I^2/A^2)t = 0.0297 \log_{10} [(T_2 + 234)/(T_1 + 234)]$$

(2) Fórmula de cortocircuito para conductores de aluminio

$$(I^2/A^2)t = 0.0125 \log_{10} [(T_2 + 228)/(T_1 + 228)]$$

Donde:

I = corriente de cortocircuito en amperios

A = área del conductor en mils circulares

t = tiempo del cortocircuito en segundos (para tiempos iguales o inferiores a 10 segundos)

T_1 = temperatura inicial del conductor en grados Celsius

T_2 = temperatura final del conductor en grados Celsius

Conductor de cobre con aislamiento de papel, goma, tela barnizada, T_2 = 200

Conductor de cobre con aislamiento termoplástico, T_2 = 150

Conductor de cobre con aislamiento de polietileno de cadena cruzado, T_2 = 250

Conductor de cobre con aislamiento de goma propileno etileno, T_2 = 250

Conductor de aluminio con aislamiento de papel, goma, tela barnizada, T_2 = 200

Conductor de aluminio con aislamiento termoplástico, T_2 = 150

Conductor de aluminio con aislamiento de polietileno de cadena cruzado, T_2 = 250

Conductor de aluminio con aislamiento de goma propileno etileno, T_2 = 250

(C) Conductores del secundario del transformador de sistemas derivados separadamente. Se permitirá que los conductores estén conectados al secundario de un transformador de un sistema derivado separadamente, sin protección contra sobrecorriente en la conexión, si se cumplen las condiciones de 240.92 (C) (1), (C) (2) y (C) (3).

(1) Protección contra cortocircuito y fallas a tierra. Los conductores se deben proteger de las condiciones de cortocircuito y fallas a tierra, cumpliendo con una de las siguientes condiciones:

(a) La longitud de los conductores del secundario no supera los 30 m (100 pies) y el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario del transformador tiene un valor nominal o ajuste, que no supera el 150% del valor obtenido al multiplicar la ampacidad del conductor del secundario, por la relación de transformación de tensión del secundario al primario.

(b) Los conductores están protegidos por un relé diferencial con un ajuste de disparo igual o inferior a la ampacidad del conductor.

NOTA: Se conecta un relé diferencial para que detecte únicamente las corrientes de cortocircuito o de falla dentro de la zona protegida, y normalmente se ajusta muy por debajo de la ampacidad del conductor. El relé diferencial se conecta para desconectar dispositivos de protección que desenergizan los conductores protegidos si se presenta una condición de cortocircuito.

(c) Se debe considerar que los conductores están protegidos cuando los cálculos, realizados bajo supervisión de ingeniería, determinan que los dispositivos de sobrecorriente del sistema protegerán los conductores dentro de los límites reconocidos de tiempo vs. corriente, para todas las condiciones de cortocircuito y de falla a tierra.

(2) Protección contra sobrecarga. Los conductores se deben proteger contra las condiciones de sobrecarga, cumpliendo una de las siguientes condiciones:

(a) Los conductores que terminan en un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente, que limitará la carga a la ampacidad del conductor.

(b) La suma de los dispositivos de sobrecorriente en el extremo del conductor limita la carga a la ampacidad del conductor. Los dispositivos de sobrecorriente deben constar de un máximo de seis interruptores automáticos o conjuntos de fusibles, montados en un solo envolvente, en un grupo de Envolventes *(Enclosures)* separados

o en un tablero de distribución. No debe haber más de seis dispositivos de sobrecorriente agrupados en un solo sitio.

(c) La protección con relés de sobrecorriente se conecta (con un(os) transformador(es) de corriente, si es necesario) para detectar toda la corriente del conductor del secundario y limitar la carga a la ampacidad del conductor, al abrir los dispositivos aguas arriba o aguas abajo.

(d) Los conductores se deben considerar protegidos si los cálculos, realizados bajo supervisión de ingeniería, determinan que los dispositivos de sobrecorriente del sistema protegerán los conductores de las condiciones de sobrecarga.

(3) Protección física. Los conductores del secundario están protegidos del daño físico por estar encerrados en una canalización aprobada o por otros medios aprobados.

(D) Derivaciones del alimentador en exteriores. Se permitirá que los conductores en exteriores se deriven de un alimentador o estén conectados a un secundario del transformador, sin protección contra sobrecorriente en la derivación o conexión, si se cumplen en su totalidad las siguientes condiciones:

(1) Los conductores están protegidos adecuadamente contra daño físico.

(2) La suma de los dispositivos de sobrecorriente en el extremo del conductor limita la carga a la ampacidad del conductor. Los dispositivos de sobrecorriente deben constar de un máximo de seis interruptores automáticos o conjuntos de fusibles, montados en un solo envolvente, en un grupo de Envolventes (*Enclosures*) separados o en un tablero de distribución. No debe haber más de seis dispositivos de sobrecorriente agrupados en un solo sitio.

(3) Los conductores de derivación están instalados en el exterior de un edificio o estructura, excepto en el punto de terminación de carga.

(4) El dispositivo de protección contra sobrecorriente de los conductores es parte integral de un medio de desconexión o se debe ubicar inmediatamente adyacente a él.

(5) El medio de desconexión para los conductores está instalado en un lugar de fácil acceso que cumpla con uno de los siguientes:

a. En el exterior del edificio o estructura.

b. Adentro, lo más cerca del punto de entrada de los conductores.

c. Cuando se instalan de acuerdo con la sección 230.6, lo más cerca del punto de entrada de los conductores.

(E) Protección por un dispositivo de sobrecorriente del primario. Se permitirá que los conductores alimentados desde el lado secundario de un transformador, estén protegidos contra sobrecorriente por la protección contra sobrecorriente suministrada en el lado del primario (alimentación) del transformador, siempre que la característica de protección tiempo - corriente del

dispositivo primario, multiplicada por la relación de transformación de tensión máxima eficaz primario a secundario, proteja eficazmente los conductores del secundario.

IX. Protección contra sobrecorriente a más de 600 voltios nominales

240.100 Alimentadores y circuitos ramales.

(A) Ubicación y tipo de protección. Los conductores de los alimentadores y de los circuitos ramales deben tener protección contra sobrecorriente en cada conductor no puesto a tierra localizada en el punto en el cual el conductor recibe su alimentación, o en otra ubicación alternativa en el circuito, cuando esté diseñada bajo supervisión de ingeniería que incluya pero no se limite a considerar los estudios adecuados de fallas y el análisis de coordinación tiempo - corriente de los dispositivos de protección y las curvas de daño del conductor. Se permitirá que la protección contra sobrecorriente sea suministrada por alguno de los elementos indicados en 240.100 (A) (1) o (A) (2).

(1) Relés de sobrecorriente y transformadores de corriente. Los interruptores automáticos usados para protección contra sobrecorriente de circuitos trifásicos deben tener un mínimo de tres elementos de relé de sobrecorriente operados por tres transformadores de corriente. Se permitirá que los tres elementos separados (o funciones de protección) de sobrecorriente sean parte de una sola unidad electrónica de relé de protección.

Se permitirá que en circuitos trifásicos trifilares un elemento de relé de sobrecorriente en el circuito residual de los transformadores de corriente, reemplace uno de los elementos del relé de fase.

Se permitirá un elemento de relé de sobrecorriente operado por un transformador de corriente que enlace todas las fases de un circuito trifásico trifilar, para reemplazar el relé residual y uno de los transformadores de corriente del conductor de fase. Si el conductor neutro no se pone a tierra nuevamente en el lado de carga del circuito, como se permite en la sección 250.184 (B), se permitirá que el transformador de corriente enlace todos los conductores de las tres fases y el conductor puesto a tierra del circuito (neutro).

(2) Fusibles. Se debe conectar un fusible en serie con cada conductor no puesto a tierra.

(B) Dispositivos de protección. El(los) dispositivo(s) de protección debe(n) ser capaz de detectar e interrumpir todos los valores de corriente que puedan ocurrir donde se encuentra ubicado, en exceso a su ajuste de disparo o punto de fusión.

(C) Protección del conductor. Se deben coordinar el tiempo de operación del dispositivo de protección, la corriente de cortocircuito disponible y el conductor usado para evitar daño o temperaturas peligrosas en los conductores o en el aislamiento de los conductores en condiciones de cortocircuito.

240.101 Requisitos adicionales para los alimentadores.

(A) Valor nominal o ajuste de los dispositivos de sobrecorriente. La corriente nominal continua de

un fusible no debe superar tres veces la ampacidad de los conductores. El ajuste del elemento de disparo retardado de un interruptor automático o el ajuste de disparo mínimo de un fusible accionado electrónicamente no debe ser superior a 6 veces la ampacidad del conductor. Para bombas contra incendios, se permitirá que los conductores estén protegidos contra sobrecorriente, de acuerdo con la sección 695.4 (B).

(B) Derivaciones del alimentador. Se permitirá que los conductores derivados de un alimentador estén protegidos por el dispositivo de sobrecorriente del alimentador, cuando este dispositivo también protege el conductor de derivación.

ARTÍCULO 250
Puesta a tierra y unión

I. Generalidades

250.1 Alcance. Este Artículo trata de los requisitos generales para puesta a tierra y unión de instalaciones eléctricas, y los requisitos específicos, en (1) a (6).

(1) Sistemas, circuitos y equipos exigidos, permitidos o no permitidos para ser puestos a tierra.

(2) Conductor del circuito a ser puesto a tierra en sistemas puestos a tierra.

(3) Ubicación de las conexiones de puesta a tierra.

(4) Tipos y tamaños de los conductores y electrodos de puesta a tierra y unión.

(5) Métodos de puesta a tierra y unión.

(6) Condiciones bajo las cuales los resguardos, la separación o el aislamiento eléctrico pueden ser reemplazados por la puesta a tierra.

NOTA: Véase la Figura 250.1 con respecto a la organización del Artículo 250 que comprende los requisitos de puesta a tierra y unión.

250.2 Definiciones.

Falla a tierra. Conexión eléctricamente conductora, no intencional, entre un conductor no puesto a tierra de un circuito eléctrico y conductores que normalmente no transportan corriente, *envolventes (enclosures)* metálicos, canalizaciones metálicas, equipos metálicos o tierra.

Puente de unión, sistemas. Conexión entre el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra del equipo en un sistema derivado separadamente.

Trayectoria eficaz de la corriente de falla a tierra. Trayectoria eléctricamente conductora, de baja impedancia, construida intencionalmente, diseñada y destinada a transportar la corriente bajo condiciones de falla a tierra desde el punto de la falla a tierra en un sistema de alambrado hasta la fuente de alimentación eléctrica, y que facilita el funcionamiento del dispositivo de protección de contra sobrecorriente o de los detectores de falla a tierra en sistemas de alta impedancia puestos a tierra.

Trayectoria de la corriente de falla a tierra. Trayectoria eléctricamente conductora desde el punto de una falla a tierra en un sistema de alambrado a través de conductores que normalmente no transportan corriente, equipo o de la tierra hasta la fuente de alimentación eléctrica.

NOTA: Ejemplos de trayectorias de corriente de falla a tierra podrían ser cualquier combinación de conductores de puesta a tierra del equipo, canalizaciones metálicas, cubiertas metálicas de cables, equipo eléctrico y cualquier otro material eléctricamente conductor tales como tuberías metálicas de agua y gas, elementos estructurales de acero, mallas metálicas de estuco, ductos metálicos,

refuerzos de acero, blindajes de cables de comunicaciones y la propia tierra.

Figura 250.1 Puesta a tierra y conexión equipotencial

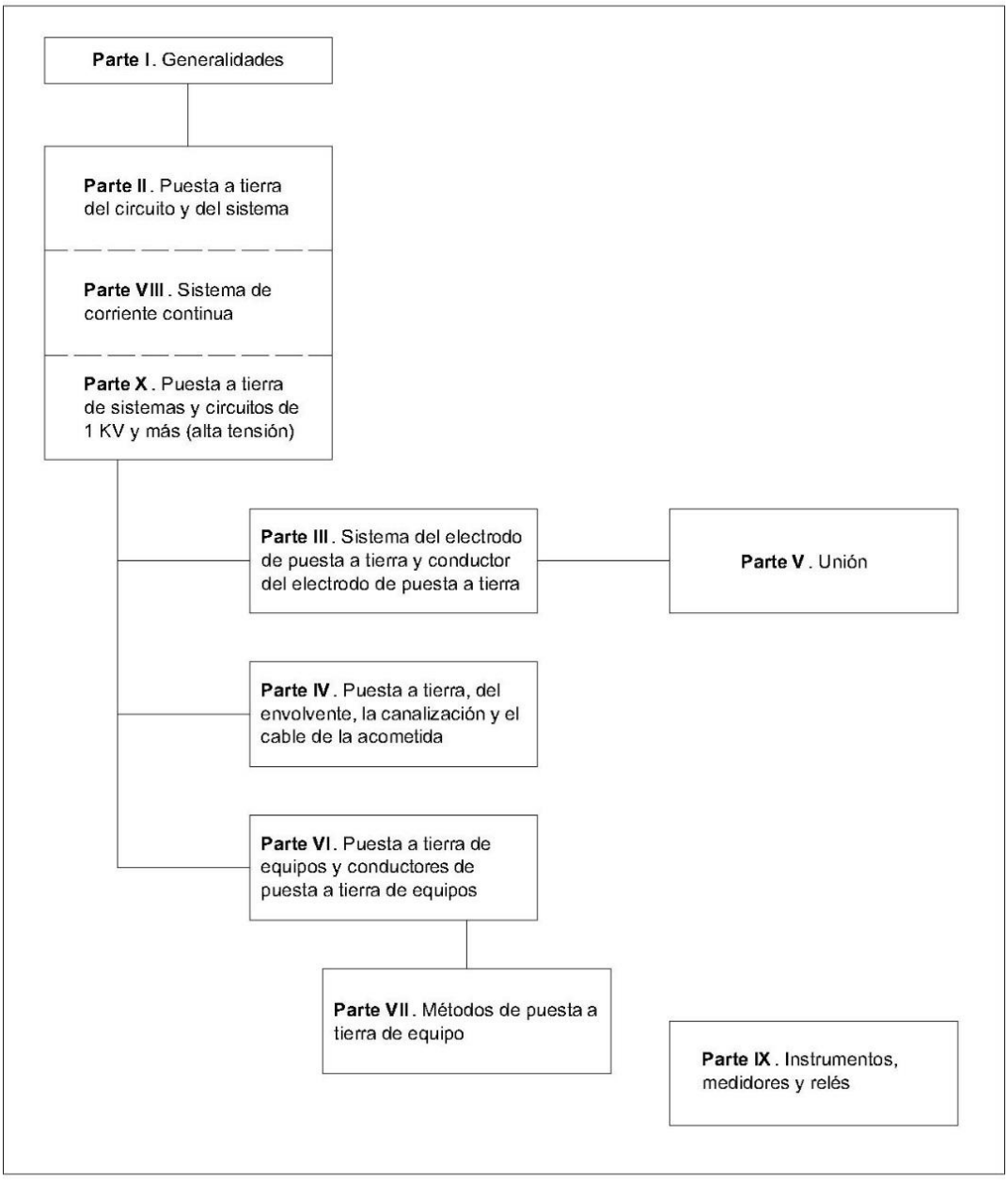


Tabla 250.3 Requisitos adicionales de puesta a tierra y unión

Conductor / Equipo	Artículo	Sección
Acometidas	230	
Anuncios eléctricos e iluminación de contorno	600	
Bandejas portacables	392	392.3(C), 392.7
Bucle cerrado y distribución programada de potencia		780.3
Cajas de salida, de dispositivos, de jalado y de empalmes, cuerpos de conduit y herrajes		314.4, 314.25
Casas móviles y estacionamientos para casas móviles	550	
Celdas electrolíticas	668	
Circuitos de comunicaciones	800	
Circuitos ramales		210.5, 210.6, 406.3
Circuitos y equipos que operan a menos de 50 voltios	720	
Condensadores		460.10, 460.27
Conductores para alambrado general	310	
Cordones y cables flexibles		400.22, 400.23
Cuerpos de agua naturales y artificiales	682	682.30, 682.31, 682.32, 682.33
Edificios agrícolas		547.9 y 547.10
Edificios flotantes	553.8, 553.10, 553.11	
Elevadores, montaplatos, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores de sillas de ruedas y elevadores para sillas de ruedas	620	
Ensamble de cables con aislamiento en *gabinete* metálica		370.9
Equipo de calentamiento dieléctrico y por inducción	665	
Equipo de radio y televisión	810	
Equipo de rayos X	660	517.78
Equipo de tecnología de la información		645.15
Equipo eléctrico exterior fijo de deshielo y fusión de nieve		426.27
Equipo fijo de calefacción eléctrica, para tuberías y recipientes		427.29, 427.48
Equipo para procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio		640.7
Estudios de cine y televisión y lugares similares		530.20, 530.64(B)
Grúas y montacargas	610	
Instituciones del cuidado de la salud	517	
Interruptores		404.12
Lugares (clasificados como) peligrosos	500-517	
Luminarias y equipo de iluminación		410.40, 410.42, 410.46, 410.155(B)
Luminarias, portalámparas y lámparas	410	
Maquinaria industrial	670	
Máquinas de irrigación impulsadas o controladas eléctricamente		675.11 (C), 675.12, 675.13, 675.14, 675.15
Marinas y muelles		555.15
Métodos de alambrado subterráneo para más de 600 voltios		300.50(B)
Motores, circuitos de motores y controladores		430
Órganos de tubos	650	
Paneles de distribución		408.4
Piscinas, fuentes e instalaciones similares	680	
Receptáculos de tipo de puesta a tierra, adaptadores, conectores de cordón y clavijas de conexión		406.9
Receptáculos y conectores de cordón		406.3
Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión		820.93,820.100, 820.103
Sistemas intrínsecamente seguros		504.5
Sistemas solares fotovoltaicos		690.41, 690.42, 690.43, 690.45, 690.47
Tableros de distribución y paneles de distribución		408.3(D)
Teatros, áreas de espectadores en estudios cinematográficos y de televisión y lugares similares		520.81
Transformadores y bóvedas de transformadores		450.1
Uso e identificación de conductores puestos a tierra	200	
Vehículos de recreo y estacionamientos para vehículos de recreo	551	

250.3 Aplicación de otros artículos. Para otros artículos que se aplican a casos particulares de instalación de conductores y equipo, se identifican los requisitos de puesta a tierra y unión en la Tabla anterior (250.3) que son adicionales o modifican a los de este artículo.

250.4 Requisitos generales para la puesta a tierra y la unión. Los requisitos generales siguientes identifican lo que se exige que cumplan las puestas a tierra y las uniones de los sistemas eléctricos. Se deben seguir los métodos normativos contenidos en el Artículo 250 para dar cumplimiento a los requisitos de desempeño de esta sección.

(A) Sistemas puestos a tierra.

(1) Puesta a tierra de los sistemas eléctricos. Los sistemas eléctricos puestos a tierra se deben conectar a tierra de manera que limiten la tensión impuesta por descargas atmosféricas, sobretensiones en la línea, o contacto no intencional con líneas de tensión más alta, y que estabilicen la tensión a tierra durante la operación normal.

> **NOTA**: Una consideración importante para limitar la tensión impuesta es el direccionar los conductores de puesta a tierra y de unión, de modo tal que no sean más largos de lo necesario para completar la conexión sin perturbar las partes permanentes de la instalación, y así evitar dobleces y bucles innecesarios.

(2) Puesta a tierra del equipo eléctrico. Los materiales conductores que normalmente no transportan corriente, que albergan conductores o equipo eléctrico, o que forman parte de dicho equipo, deben estar conectados a tierra con el fin de limitar la tensión a tierra en estos materiales.

(3) Unión del equipo eléctrico. Los materiales conductores que normalmente no transportan corriente, que albergan conductores o equipo eléctrico, o que forman parte de dicho equipo, se deben conectar entre sí y a la fuente de alimentación eléctrica de manera que establezcan una trayectoria eficaz para la corriente de falla a tierra.

(4) Unión de materiales conductores eléctricos y otros equipos. Los materiales conductores eléctricos que normalmente no transportan corriente, que tienen probabilidad de energizarse, se deben conectar entre sí y a la fuente de alimentación eléctrica de manera que establezcan una trayectoria eficaz para la corriente de falla a tierra.

(5) Trayectoria eficaz de la corriente de falla a tierra. Los equipos y el alambrado eléctrico y otros materiales conductores eléctricos que tienen probabilidad de energizarse, se deben instalar de forma que creen un circuito de baja impedancia que facilite la operación del dispositivo de protección contra sobrecorriente o del detector de falla a tierra para sistemas de alta impedancia puestos a tierra. Deben tener la capacidad de transportar con seguridad la corriente máxima de falla a tierra que probablemente se imponga sobre él desde cualquier punto del sistema de alambrado en donde pueda ocurrir una falla a tierra hasta la fuente de alimentación eléctrica. La tierra no se debe considerar como una trayectoria eficaz para la corriente de falla a tierra.

(B) Sistemas no puestos a tierra.

(1) Puesta a tierra del equipo eléctrico. Los materiales conductores que no transportan corriente, que albergan conductores o equipo eléctrico, o que forman parte de dicho equipo, deben estar conectados a tierra con el fin de limitar la tensión a tierra impuesta por descargas atmosféricas o contacto no intencional con líneas de tensión más alta y para limitar la tensión a tierra en estos materiales.

(2) Unión del equipo eléctrico. Los materiales conductores que no transportan corriente, que albergan conductores o equipo eléctrico, o que forman parte de dicho equipo, se deben conectar entre sí y al equipo puesto a tierra del sistema de alimentación, de manera que establezcan una trayectoria de baja impedancia para la corriente de falla a tierra, que sean capaces de transportar la máxima corriente de falla que probablemente se imponga sobre ella.

(3) Unión de materiales conductores eléctricos y otros equipos. Los materiales conductores eléctricos que tienen probabilidad de energizarse, se deben conectar entre sí y al equipo puesto a tierra del sistema de alimentación, de manera que establezcan una trayectoria de baja impedancia para la corriente de falla a tierra, que tenga la capacidad de transportar la máxima corriente de falla, que probablemente se imponga sobre ella.

(4) Trayectoria para la corriente de falla. Los equipos y el alambrado eléctricos y otros materiales conductores eléctricos que tienen probabilidad de energizarse, se deben instalar de forma que creen un circuito de baja impedancia desde cualquier punto del sistema de alambrado hasta la fuente de alimentación eléctrica, que facilite la operación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente si ocurriera una segunda falla a tierra desde una fase diferente en el sistema de alambrado. La tierra no se debe considerar como una trayectoria eficaz para la corriente de falla a tierra.

250.6 Corriente indeseable.

(A) Montaje para prevenir una corriente indeseable. La puesta a tierra de sistemas eléctricos, conductores del circuito, pararrayos, dispositivos de protección contra sobretensión y partes metálicas conductoras de los equipos que normalmente no transportan corriente, se deben instalar y disponer de manera que se impida una corriente indeseable.

(B) Alteraciones para detener una corriente indeseable. Si el uso de múltiples conexiones de puesta a tierra da como resultado una corriente indeseable, se permitirá hacer una o más de las siguientes alteraciones, siempre y cuando se cumplan los requisitos de la sección 250.4 (A) (5) o (B) (4):

(1) Descontinuar una o más de estas conexiones de puesta a tierra, pero no todas.

(2) Cambiar la ubicación de las conexiones de puesta a tierra.

(3) Interrumpir la continuidad del conductor o la trayectoria conductora que causa la corriente indeseable.

(4) Tomar otra acción compensatoria adecuada y aprobada.

(C) Corrientes temporales no clasificadas como corrientes indeseables. Las corrientes temporales resultantes de condiciones accidentales, tales como corrientes de falla a tierra, no se deben clasificar como corrientes indeseables para los propósitos que se especifican en las secciones 250.6(A) y (B).

(D) Limitaciones a las alteraciones permisibles. No se debe considerar que las disposiciones de esta sección permiten que el equipo electrónico sea operado en sistemas de c.a. o circuitos ramales que no están conectados a un conductor de puesta a tierra del equipo según se exige en este artículo. Las corrientes que introducen ruidos o errores en los datos en el equipo electrónico no se deben considerar como las corrientes indeseables consideradas en esta sección.

(E) Separación de corrientes a tierra indeseables de corriente directa. Cuando se requiera la separación de corrientes a tierra de c.c. indeseables de los sistemas de protección catódica, se permitirá un dispositivo certificado de acople de c.a. /separación de c.c. en el conductor de puesta a tierra del equipo, para brindar una trayectoria efectiva de retorno para corrientes de falla a tierra de c.a, mientras se bloquea la corriente de c.c.

250.8 Conexión del equipo de puesta a tierra y de unión.

(A) Métodos permitidos. Los conductores de puesta a tierra y los puentes de unión se deben conectar mediante uno de los siguientes medios:

(1) Conectores a presión listados.

(2) Barras terminales.

(3) Conectores a presión listados como equipo de puesta a tierra y unión.

(4) Procesos de soldadura exotérmica.

(5) Abrazaderas tipo tornillo que enrosque por lo menos de dos hilos o que se aseguran con una tuerca.

(6) Tornillos para máquinas tipo autoroscantes que enrosquen no menos de dos hilos en el *gabinete*.

(7) Conexiones que son parte de un ensamble listado.

(8) Otros medios listados.

(B) Métodos no permitidos. No se deben usar dispositivos de conexión o accesorios que dependan únicamente de soldadura blanda.

250.10 Protección de abrazaderas y accesorios de puesta a tierra. Las abrazaderas de puesta a tierra u otros accesorios deben ser aprobados para uso general sin protección, o se deben proteger del daño físico como se indica en (1) o (2):

(1) En instalaciones en las que no es probable que sufran daño.

(2) Cuando están encerradas en metal, madera o una cubierta protectora

equivalente.

250.12 Superficies limpias. Los recubrimientos no conductores (tales como pintura, laca o esmalte) en el equipo que se va a poner a tierra, se deben remover de las roscas y de las otras superficies de contacto para asegurar una buena continuidad eléctrica, o se deben conectar por medios o herrajes diseñados para hacer innecesaria esta remoción.

II. Puesta a tierra de sistemas

250.20 Sistemas de corriente alterna que se deben poner a tierra. Los sistemas de corriente alterna se deben poner a tierra como se prevé en las secciones 250.20 (A), (B), (C), (D) o (E). Se permitirá poner a tierra otros sistemas. Si dichos sistemas están puestos a tierra, deben cumplir con las disposiciones aplicables de este artículo.

NOTA: Un ejemplo de un sistema que se permite poner a tierra es una conexión de transformador en delta con una esquina puesta a tierra. Véase la sección 250.26 (4), relativa al conductor que se debe poner a tierra.

(A) Sistemas de corriente alterna de menos de 50 voltios. Los sistemas de corriente alterna de menos de 50 voltios se deben poner a tierra si se presenta bajo alguna de las siguientes condiciones:

(1) Cuando son alimentados por transformadores, si el sistema de alimentación del transformador supera los 150 voltios a tierra.

(2) Cuando son alimentados por transformadores, si el sistema de alimentación del transformador no está puesto a tierra.

(3) Cuando están instalados en exteriores como conductores aéreos.

(B) Sistemas de corriente alterna de 50 a 1,000 voltios. Los sistemas de corriente alterna de 50 a 1,000 voltios que alimentan el alambrado de los inmuebles y los sistemas de alambrado de éstos, se deben poner a tierra si se presenta alguna de las siguientes condiciones:

(1) Cuando el sistema se puede poner a tierra, de manera que la tensión máxima a tierra en los conductores no puestos a tierra no supere los 150 voltios.

(2) Cuando el sistema es trifásico, tetrafilar y conectado en estrella, y cuyo conductor neutro se utiliza como un conductor de circuito.

(3) Cuando el sistema es trifásico, tetrafilar y conectado en delta, en el cual el punto medio del devanado de una fase se usa como un conductor de circuito.

(C) Sistemas de corriente alterna de 1 kV y superior. Los sistemas de corriente alterna que alimentan equipo portátil o móvil se deben poner a tierra como se especifica en la sección 250.188. Cuando se alimentan otros sistemas diferentes de los portátiles y móviles, se permitirá ponerlos a tierra.

(D) Sistemas derivados separadamente. Los sistemas derivados separadamente, tal como se tratan en las secciones 250.20 (A) o (B), se deben poner a tierra como se especifica en la sección 250.30 (A). Cuando una fuente alterna, por ejemplo un generador en el sitio, se proporciona con

equipo de transferencia que incluya un conductor puesto a tierra que no esté sólidamente interconectado al conductor puesto a tierra alimentado por la acometida, la fuente alterna (sistema derivado) se debe poner a tierra según se indica en la sección 250.30 (A).

NOTA No. 1: Una fuente alterna de potencia de c.a, como por ejemplo un generador en el sitio, no es un sistema derivado separadamente si el conductor puesto a tierra está conectado sólidamente al conductor puesto a tierra del sistema alimentado por la acometida. Un ejemplo de tal situación es cuando el equipo de transferencia de la fuente alterna no incluye una acción de interrupción en el conductor puesto a tierra y le permite permanecer conectado sólidamente al conductor puesto a tierra alimentado por la acometida, cuando la fuente alterna está operativa y alimenta la carga servida.

NOTA No. 2: Para sistemas que no son derivados separadamente y que no se exige que estén puestos a tierra como se especifica en la sección 250.30, véase la sección 445.13 en cuanto al calibre mínimo de los conductores que deben portar la corriente de falla.

(E) Sistemas con neutro puesto a tierra con impedancia. Los sistemas con neutro puesto a tierra con impedancia se deben poner a tierra según lo indicado en la sección 250.36 ó 250.186.

250.21 Sistemas de corriente alterna de 50 voltios a 1000 voltios a los que no se les exige estar puestos a tierra.

(A) Generalidades. Se permitirá, pero no se exigirá que los siguientes sistemas de c.a. de 50 voltios a 1,000 voltios estén puestos a tierra.

(1) Los sistemas eléctricos usados exclusivamente para alimentar hornos eléctricos industriales para fusión, refinación, templado y similares.

(2) Los sistemas derivados separadamente usados exclusivamente para rectificadores que alimentan solamente accionamientos industriales de velocidad ajustable.

(3) Los sistemas derivados separadamente alimentados por transformadores con una capacidad de tensión nominal en el primario inferior a 1,000 voltios, siempre y cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. El sistema se usa exclusivamente para circuitos de control.

b. Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que solamente personal calificado realizará el servicio técnico a la instalación.

c. Se requiere continuidad de la potencia de control.

(4) Otros sistemas a los que no se exige estar puestos a tierra, según los requisitos de la sección 250.20 (B).

(B) Detectores a tierra. Los sistemas de corriente alterna no puestos a tierra, tal como se permite en las secciones 250.21 (A) (1) hasta (A) (4), que funcionan a no menos de 120 voltios y no superan

los 1000 voltios deben tener detectores de tierra instalados en el sistema.

250.22 Circuitos que no se deben poner a tierra. Los siguientes circuitos no se deben poner a tierra:

(1) Circuitos para grúas eléctricas que operan sobre fibras combustibles en sitios Clase III, como se establece en la sección 503.155.

(2) Circuitos en instituciones de atención a la salud, como se establece en las secciones 517.61 y 517.160.

(3) Circuitos para equipo dentro de la zona de trabajo de celdas electrolíticas, como se establecen en el Artículo 668.

(4) Circuitos secundarios de sistemas de alumbrado, como se establece en la sección 411.5 (A).

(5) Circuitos secundarios de sistemas de alumbrado, como se establece en la sección 680.23 (A) (2).

250.24 Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna alimentados mediante acometida.

(A) Conexiones de puesta a tierra del sistema. Un sistema de alambrado de inmuebles, que es alimentado por una acometida de c.a que está puesta a tierra, debe tener en cada acometida un conductor del electrodo de puesta a tierra conectado al conductor puesto a tierra de la acometida, según las secciones 250.24 (A) (1) hasta (A) (5).

(1) Generalidades. La conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra se debe hacer en cualquier punto accesible desde el extremo de carga de la bajada de acometida o acometida lateral hasta el terminal o barras conductoras inclusive, a los cuales está conectado el conductor puesto a tierra de la acometida en los medios de desconexión de la acometida.

NOTA: Véanse las definiciones de bajada de acometida y acometida lateral, en el Artículo 100.

(2) Transformador exterior. Cuando el transformador que alimenta la acometida está localizado fuera del edificio, se debe hacer al menos una conexión de puesta a tierra adicional desde el conductor de la acometida puesto a tierra hasta un electrodo de puesta a tierra, ya sea en el transformador o en cualquier otra parte fuera del edificio.

Excepción: La conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra adicional no se debe hacer en sistemas con neutro puesto a tierra por medio de una impedancia alta. El sistema debe cumplir los requisitos de la sección 250.36.

(3) Acometidas con alimentación doble. Para acometidas que son de alimentación doble (doble extremo) en un *gabinete* común o agrupados en *envolventes (enclosures)* separados y que emplean un enlace secundario, se permitirá la conexión de un solo conductor del electrodo de puesta a tierra al punto

de enlace de los conductores puestos a tierra desde cada fuente de potencia.

(4) Puente de unión principal como conductor o barra colectora. Cuando el puente de unión principal especificado en la sección 250.28 es un alambre o barra colectora, y está instalado desde la barra conductora o barra terminal del conductor puesto a tierra hasta la barra conductora o barra terminal de puesta de tierra del equipo en el equipo de acometida, se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra esté conectado a la barra o barra conductora del terminal de puesta a tierra del equipo al cual está conectado el puente de unión principal.

(5) Conexiones de puesta a tierra del lado de la carga. No se debe conectar un conductor puesto a tierra a las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente, al(os) conductor(es) de puesta a tierra del equipo, ni se debe reconectar a tierra en el lado de carga del medio de desconexión de la acometida, excepto que se permita otra cosa en este artículo.

NOTA: Véase la sección 250.30 (A) para sistemas derivados separadamente, la sección 250.32 para conexiones en edificios o estructuras separadas, y la sección 250.142, para el uso del conductor puesto a tierra del circuito para puesta a tierra de los equipos.

(B) Puente principal de unión. Para un sistema puesto a tierra, se debe usar un puente principal de unión sin empalmes para conectar el(los) conductor(es) de puesta a tierra del equipo y el *gabinete* del desconectivo de la acometida, al conductor puesto a tierra dentro del *gabinete* para cada desconectivo de la acometida según la sección 250.28.

Excepción No. 1: Cuando más de un medio de desconexión de la acometida está ubicado en un ensamble listado para uso como equipo de acometida, un puente principal de unión sin empalmes debe conectar el(los) conductor(es) puesto(s) a tierra al gabinete del ensamble.

Excepción No. 2: Se permitirá la conexión de los sistemas con neutro puesto a tierra a través de impedancia como se establece en las secciones 250.36 y 250.186.

(C) Conductor puesto a tierra llevado al equipo de acometida. Cuando un sistema de c.a. que opera a menos de 1,000 voltios está puesto a tierra en cualquier punto, el(los) conductor(es) puesto(s) a tierra se deben tender hasta cada medio de desconexión de la acometida, y se debe(n) conectar a cada terminal o barra conductora del (los) conductor(es) puesto(s) a tierra de cada medio de desconexión. Un puente principal de unión debe conectar el(los) conductor(es) puesto(s) a tierra a cada *gabinete* de los medios de desconexión de la acometida. El(los) conductor(es) puesto(s) a tierra se debe(n) instalar de acuerdo con las secciones 250.24 (C) (1) hasta (C) (3).

Excepción: Cuando más de un medio de desconexión de la acometida está localizado en un solo ensamble listado para uso como equipo de acometida, se permitirá tender el(los) conductor(es) puesto(s) a tierra hasta el terminal o barra conductora común del(los) conductor(es) puesto(s) a tierra del ensamble. El ensamble debe incluir un puente principal de unión para conectar el(los) conductor(es) puesto(s) a tierra al gabinete del ensamble.

(1) Direccionamiento y dimensionamiento. Este conductor debe direccionar con los conductores

de las fases y no debe ser inferior al conductor del electrodo de puesta a tierra especificado en la Tabla 250.66, pero no se exigirá que sea mayor que el conductor más grande de fase de entrada de la acometida no puesto a tierra. Adicionalmente, para conductores de fase de entrada de la acometida mayores de 1,100 kcmil de cobre, o 1 750 kcmil de aluminio, el conductor de puesta a tierra no debe ser inferior al 12 ½% del área del mayor conductor de fase de entrada de la acometida. El conductor puesto a tierra de una acometida trifásica trifilar conectada en delta, debe tener una ampacidad no inferior a la de los conductores no puestos a tierra.

(2) Conductores en paralelo. Cuando los conductores de fase de entrada de la acometida estén instalados en paralelo, el calibre del conductor puesto a tierra se debe basar en el área total, en circular mils, de los conductores en paralelo tal como se indica en esta sección. Cuando estén instalados en dos o más canalizaciones, el calibre del conductor puesto a tierra en cada canalización se debe basar en el calibre del conductor de entrada de la acometida, en esa canalización, no puesto a tierra, pero no debe ser inferior a 1/0 AWG.

> **NOTA**: Véase la sección 310.4 para conductores puestos a tierra conectados en paralelo.

(3) Impedancia alta. El conductor puesto a tierra en un sistema con neutro puesto a tierra a través de alta impedancia, se debe poner a tierra de acuerdo con la sección 250.36.

(D) Conductor del electrodo de puesta a tierra. Se debe usar un conductor del electrodo de puesta a tierra para conectar los conductores de puesta a tierra del equipo, los *envolventes (enclosures)* del equipo de acometida y, si el sistema está puesto a tierra, el conductor puesto a tierra de la acometida, al(los) electrodo(s) de puesta a tierra exigidos en la parte III de este artículo. Este conductor se debe dimensionar de acuerdo con la sección 250.66. Las conexiones de un sistema con neutro puesto a tierra a través de alta impedancia se deben hacer como se indica en la sección 250.36.

> **NOTA**: Véase la Sección 250.24(A) para las conexiones de puesta a tierra de un sistema de c.a.

(E) Conexiones de puesta a tierra de un sistema no puesto a tierra. Un sistema de alambrado de inmuebles que es alimentado por una acometida de c.a. no puesta a tierra debe tener en cada acometida, un conductor del electrodo de puesta a tierra conectado al(los) electrodo(s) de puesta a tierra exigidos en la parte III de este artículo. El conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar al *gabinete* metálico de los conductores de la acometida, en cualquier punto accesible desde el extremo de carga de la bajada de acometida o lateral hasta el medio de desconexión de la acometida.

250.26 Conductor que se debe poner a tierra - Sistemas de corriente alterna. Para sistemas de c.a. de alambrado de inmuebles, el conductor que se debe poner a tierra debe ser como se especifica en seguida:

(1) Monofásico, bifilar - un conductor.

(2) Monofásico, trifilar - el conductor del neutro.

(3) Sistemas polifásicos con un alambre común a todas las fases - el conductor común.

(4) Sistemas polifásicos en los que una fase está puesta a tierra-un conductor

de fase.

(5) Sistemas polifásicos en los que se usa una fase como en (2) - el conductor del neutro.

250.28 Puente de unión principal y puente de unión del sistema. Para un sistema puesto a tierra, los puentes de unión principal y los puentes de unión del sistema se deben instalar de la siguiente manera:

(A) Materiales. Los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema deben ser de cobre u otro material resistente a la corrosión. Un puente de unión principal y un puente de unión del sistema deben ser un conductor, una barra conductora, un tornillo o un conductor similar adecuado.

(B) Construcción. Cuando un puente de unión principal o un puente de unión del sistema es un tornillo solamente, este tornillo se debe identificar con un acabado verde que sea visible una vez instalado el tornillo.

(C) Fijación. Los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema se deben conectar de la manera especificada en las disposiciones aplicables de la sección 250.8.

(D) Calibre. Las dimensiones de los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema se deben determinar según las secciones 250.28 (D) (1) hasta (D) (3).

(1) Generalidades. Los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema no deben tener un calibre inferior a los presentados en la Tabla 250.66. Cuando los conductores de alimentación son mayores de 1,110 kcmil, de cobre, o 1750 kcmil, de aluminio, el puente de unión debe tener un área no inferior al 12 ½% del área del mayor conductor de fase, excepto cuando los conductores de fase y el puente de unión son de materiales diferentes (cobre o aluminio), el calibre mínimo del puente de unión se debe basar en el uso supuesto de los conductores de fase del mismo material que el puente de unión, y con una ampacidad equivalente a la de los conductores de fase instalados.

(2) Puente de unión principal para acometidas con más de un *gabinete*. Cuando una acometida tiene más de un *gabinete*, tal como lo permite la sección 230.71(A), las dimensiones del puente de unión principal para cada *gabinete* se deben determinar según la sección 250.28(D)(1), con base en el mayor conductor de acometida no puesto a tierra que sirve a dicho *gabinete*.

(3) Sistemas derivados separadamente con más de un *gabinete*. Cuando un sistema derivado separadamente alimenta a más de un *gabinete*, las dimensiones del puente de unión del sistema para cada *gabinete* se deben determinar según la sección 250.28(D)(1), con base en el mayor conductor del alimentador no puesto a tierra que sirve a ese *gabinete*, o se debe instalar un solo puente de unión del sistema en la fuente de alimentación, y las dimensiones deben estar acordes con lo indicado en la sección 250.28(D)(1), con base en el calibre equivalente del mayor conductor de alimentación determinado por la suma mayor de las áreas de los conductores correspondientes para cada conjunto.

250.30 Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna derivados separadamente.

(A) Sistemas puestos a tierra. Un sistema de c.a. derivado separadamente que está puesto a tierra, debe cumplir con lo que se establece en las secciones 250.30 (A) (1) hasta (A) (8). A menos que se permita algo diferente en este artículo, un conductor puesto a tierra no se debe conectar a las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente, a los conductores de puesta a tierra del equipo ni se deben reconectar a tierra en el lado de carga del punto de puesta a tierra de un sistema derivado separadamente.

NOTA: Véase la sección 250.32 respecto a las conexiones en edificios o estructuras separadas y la 250.142 sobre el uso del conductor del circuito puesto a tierra para el equipo de puesta a tierra.

Excepción: Las conexiones de puesta a tierra de un sistema con neutro puesto a tierra a través de impedancia se deben hacer como se especifica en las secciones 250.36 ó 250.186.

(1) Puente de unión del sistema. De conformidad con las secciones 250.28 (A) a (D), un puente de unión sin empalmes del sistema que esté dimensionado con base en los conductores de fase derivados, se debe usar para conectar los conductores de puesta a tierra del equipo del sistema derivado separadamente, al conductor puesto a tierra. Esta conexión se debe hacer en cualquier punto único en el sistema derivado separadamente, desde la fuente hasta el primer medio de desconexión del sistema o dispositivo de sobrecorriente, o se debe hacer en la fuente de un sistema derivado separadamente que no tenga medio de desconexión ni dispositivos de sobrecorriente.

Excepción No. 1: Para sistemas derivados separadamente con doble alimentación (dos extremos) en un gabinete común o agrupados en gabinete separados y que emplean una unión secundaria, se permitirá un solo puente de unión del sistema al punto de unión de los conductores del circuito puesto a tierra desde cada fuente de energía.

Excepción No. 2: Se permitirá un puente de unión del sistema tanto en la fuente como en el primer medio de desconexión, cuando al hacerlo así no se forme una trayectoria paralela para el conductor puesto a tierra. Si se usa de esta manera un conductor puesto a tierra, su calibre no debe ser inferior al especificado para el puente de unión del sistema, pero no se exigirá que sea mayor que el del(los) conductor(es) no puesto(s) a tierra. Para los propósitos de esta Excepción, no se considera que la conexión a través de la tierra brinde una trayectoria paralela.

Excepción No. 3: El calibre del puente de unión para un sistema que alimenta un circuito Clase 1, Clase 2 o Clase 3, y que se deriva de un transformador con un valor nominal máxima de 1,000 volt-amperios, no debe ser inferior a los conductores de fase derivados y tampoco debe ser inferior a 14 AWG de cobre, o 12 AWG de

aluminio.

(2) Calibre del puente de unión del equipo. Cuando un puente de unión del equipo del tipo de alambre se tiende con los conductores de fase derivados desde la fuente de alimentación de un sistema derivado separadamente hasta el primer medio de desconexión, su calibre debe estar acorde con lo indicado en la sección 250.102(C), con base en el calibre de los conductores de fase derivados.

(3) Conductor del electrodo de puesta a tierra, sistema derivado separadamente único. El conductor del electrodo de puesta a tierra, para un sistema derivado separadamente único, debe estar dimensionado de acuerdo con lo especificado en la sección 250.66 para los conductores de fase derivados, y se debe usar para conectar el conductor puesto a tierra del sistema derivado, al electrodo de puesta a tierra, como se especifica en la sección 250.30 (A) (7). Esta conexión se debe hacer en el mismo punto en el sistema derivado separadamente en donde se conecta el puente de unión del sistema.

Excepción No.1: Cuando el puente de unión del sistema que se especifica en la sección 250.30 (A) (1) es un alambre o una barra colectora, se debe permitir conectar el conductor del electrodo de puesta a tierra al terminal, barra, o barra conductora de puesta a tierra del equipo, siempre que el terminal, barra, o barra conductora de puesta a tierra del equipo tenga el calibre suficiente para el sistema derivado separadamente.

Excepción No. 2: Cuando un sistema derivado separadamente se origina en un equipo listado y adecuado como equipo de acometida, el conductor del electrodo de puesta a tierra proveniente del equipo del alimentador o de la acometida hasta el electrodo de puesta a tierra se permitirá como conductor del electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separadamente, siempre y cuando el conductor del electrodo de puesta a tierra tenga calibre suficiente para el sistema derivado separadamente. Cuando una barra conductora interna de puesta a tierra del equipo no es inferior al conductor del electrodo de puesta a tierra exigido para el sistema derivado separadamente, se debe permitir que la conexión del electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separadamente se haga en la barra conductora.

Excepción No. 3: No se exigirá un conductor del electrodo de puesta a tierra para un sistema que alimenta un circuito Clase 1, Clase 2 o Clase 3, y que se deriva de un transformador con un valor nominal máxima de 1,000 volt-amperios, siempre y cuando el conductor puesto a tierra esté unido al bastidor o al gabinete del transformador por un puente dimensionado de acuerdo con la sección 250.30(A)(1), Excepción No. 3, y el bastidor o gabinete del transformador estén puestos a tierra por uno de los medios especificados en la sección 250.134.

(4) Conductor del electrodo de puesta a tierra, sistemas derivados

separadamente múltiples. Cuando se instala más de un sistema derivado separadamente, se permitirá conectar una derivación desde cada sistema derivado separadamente hasta un conductor del electrodo de puesta a tierra común. Cada conductor de derivación debe conectar el conductor puesto a tierra del sistema derivado separadamente al conductor del electrodo de puesta a tierra común. Los conductores del electrodo de puesta a tierra y las derivaciones deben cumplir lo indicado en las acciones 250.30 (A) (4) (a) hasta (A) (4) (c). Esta conexión se debe hacer en el mismo punto del sistema derivado separadamente donde está instalado el puente de unión del sistema.

Excepción No. 1: Cuando el puente de unión del sistema que se especifica en las sección 250.30 (A) (1) es un alambre o una barra colectora, se debe permitir conectar el conductor del electrodo de puesta a tierra al terminal, barra, o barra conductora de puesta a tierra del equipo, siempre que el terminal, barra, o barra conductora de puesta a tierra del equipo tenga el calibre suficiente para el sistema derivado separadamente.

Excepción No. 2: No se exigirá un conductor del electrodo de puesta a tierra para un sistema que alimenta un circuito Clase 1, Clase 2 ó Clase 3, y que se deriva de un transformador con un valor nominal máxima de 1,000 volt-amperios, siempre y cuando el conductor puesto a tierra del sistema esté unido a la cubierta o al gabinete del transformador por un puente dimensionado de acuerdo con la sección 250.30 (A) (1).

Excepción No. 3, y la cubierta o gabinete del transformador estén puestos a tierra por uno de los medios especificados en la sección 250.134.

(a) Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra común. El calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra común no debe ser inferior a 3/0 AWG de cobre o 250 kcmil de aluminio.

(b) Calibre del conductor de derivación. Cada conductor de derivación se debe dimensionar de acuerdo con la sección 250.66, con base en los conductores de fase derivados del sistema derivado separadamente al que alimenta.

Excepción: Cuando un sistema derivado separadamente tiene su origen en un equipo listado y adecuado como equipo de acometida, el conductor del electrodo de puesta a tierra desde el equipo de la acometida o del alimentador hasta el electrodo de puesta a tierra, se permitirá como conductor del electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separadamente, siempre y cuando el conductor del electrodo de puesta a tierra tenga un calibre suficiente para el sistema derivado separadamente. Cuando la barra conductora puesta a tierra de equipos, interna al equipo de acometida, no es menor que el conductor del electrodo de puesta a tierra exigido para el sistema derivado separadamente, se permitirá que la conexión del electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separadamente, se haga

en la barra conductora.

(c) Conexiones. Todas las conexiones de derivación al conductor del electrodo de puesta a tierra común se deben hacer en un lugar accesible mediante uno de los siguientes métodos:

(1) Un conector listado.

(2) Conexiones listadas para barras colectoras de aluminio o cobre no menores a 6 mm x 50 mm (1/4 pulgadas x 2 pulgadas). Cuando se utilizan barras colectoras de aluminio, la instalación debe cumplir con lo indicado en la sección 250.64 (A).

(3) Proceso de soldadura exotérmica.

Los conductores de derivación se deben conectar al conductor común del electrodo de puesta a tierra de manera tal que el conductor común del electrodo de puesta a tierra permanezca sin empalme o unión.

(4) Instalación. La instalación de todos los conductores del electrodo de puesta a tierra debe cumplir con lo indicado en las secciones 250. 64(A), (B), (C) y (E).

(5) Unión. El acero estructural y la tubería metálica se deben conectar al conductor puesto a tierra de un sistema derivado separadamente, según se indica en la sección 250. 104(D).

(6) Electrodo de puesta a tierra. El electrodo de puesta a tierra debe estar tan cerca como sea práctico y, preferiblemente, en la misma área de la conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra al sistema. El electrodo de puesta a tierra debe ser el más cercano de los siguientes elementos:

(1) Electrodo de puesta a tierra de la tubería metálica para agua, según se especifica en la sección 250.52 (A) (1).

(2) Electrodo de puesta a tierra de la estructura metálica, según se especifica en la sección 250.52 (A) (2).

Excepción No. 1: Se debe utilizar cualquiera de los otros electrodos identificados en la sección 250.52 (A) cuando no están disponibles los electrodos que se especifican en la sección 250.30 (A) (7).

Excepción No. 2 a (1) y (2): Cuando un sistema derivado separadamente se origina en un equipo listado y adecuado para su uso como equipo de acometida, se debe permitir el electrodo de puesta a tierra utilizado para el equipo del alimentador o de la acometida, como electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separadamente.

NOTA: Véase la sección 250.104 (D) para los requisitos de unión de la tubería metálica interior para agua en el área servida por sistemas derivados separadamente.

(7) Conductor puesto a tierra. Se debe aplicar lo dispuesto en las acciones 250.30 (A) (8) (a), (A) (8) (b) y (A) (8) (c), cuando se instala un conductor puesto a tierra y la conexión del puente de unión del sistema no está en la fuente del sistema derivado separadamente.

(a) Direccionamiento y dimensionado. Este conductor se debe direccionar con los conductores de fase derivados y no debe ser inferior al conductor exigido del electrodo de puesta a tierra, especificado en la Tabla 250.66, pero no se exigirá que sea mayor que el conductor de fase derivado no puesto a tierra más grande. Adicionalmente, para los conductores de fase mayores a 1100 kcmil de cobre, o 1750 kcmil de aluminio, el conductor puesto a tierra no debe ser inferior al 12 ½ por ciento del área del mayor conductor de fase derivado. El conductor puesto a tierra de un sistema trifásico trifilar conectado en delta, debe tener una ampacidad no inferior a la de los conductores no puestos

(b) Conductores en paralelo. Cuando los conductores de fase derivados se instalan en paralelo, el calibre del conductor puesto a tierra se debe basar en el área total en circular mils de los conductores en paralelo, tal como se indica en esta sección. Cuando están instalados en dos o más canalizaciones, el calibre del conductor puesto a tierra en cada canalización se debe basar en el calibre de los conductores no puestos a tierra en la canalización, pero no debe ser inferior a 1/0 AWG.

NOTA: Véase la sección 310.4 para conductores puestos a tierra conectados en paralelo.

(c) Sistema puesto a tierra con impedancia. El conductor puesto a tierra de un sistema con neutro puesto a tierra con impedancia, se debe instalar de acuerdo con la sección 250.36 ó 250.186.

(B) Sistemas no puestos a tierra. El equipo de un sistema derivado separadamente no puesto a tierra se debe poner a tierra como se especifica en las secciones 250.30 (B) (1) y (B) (2).

(1) Conductor del electrodo de puesta a tierra. Se debe usar un conductor del electrodo de puesta a tierra, dimensionado de acuerdo con la sección 250.66 para los conductores de fase derivados, para conectar los *envolventes (enclosures)*

metálicos del sistema derivado al electrodo de puesta a tierra como se especifica en la sección 250.30(B)(2). Esta conexión se debe hacer en cualquier punto en el sistema derivado separadamente, desde la fuente hasta el primer medio de desconexión del sistema.

(2) Electrodo de puesta a tierra. Excepto como se permite en la sección 250.34 para generadores portátiles y montados en vehículos, el electrodo de puesta a tierra debe cumplir con lo dispuesto en la sección 250.30 (A) (7).

250.32 Edificios o estructuras alimentadas por un (os) alimentador(es) o circuito(s) ramal(es)

(A) Electrodo de puesta a tierra. El(los) edificio(s) o estructura(s) alimentada(s) por un(os) alimentador(es) o circuito(s) ramal(es), deben tener un electrodo de puesta a tierra o un sistema de electrodo de puesta a tierra, instalado de acuerdo con la Parte III del Artículo 250. El(los) conductor(es) del electrodo de puesta a tierra se debe(n) conectar de la manera especificada en la sección 250.32 (B) o (C). Cuando no existen electrodos de puesta a tierra, se debe(n) instalar el(los) electrodo(s) de puesta a tierra exigido(s) en la sección 250.50.

Excepción: No se exigirá un electrodo de puesta a tierra cuando únicamente un circuito ramal, incluyendo un circuito ramal multiconductor alimenta al edificio o estructura, y el circuito ramal incluye un conductor de puesta a tierra del equipo para las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente.

(B) Sistemas puestos a tierra. Para un sistema puesto a tierra en un edificio o estructura separada, un conductor de puesta a tierra de equipos, tal como se describe en 250.118, se debe tender con los conductores de la alimentación y estar conectado al medio de desconexión del edificio o estructura y al(os) electrodo(s) de puesta a tierra. El conductor de puesta a tierra del equipo se debe usar para la puesta a tierra o la unión de equipos, estructuras o bastidores que se deben poner a tierra o unidos. El conductor de puesta a tierra del equipo debe estar dimensionado según la sección 250.122. Ningún conductor puesto a tierra instalado se debe conectar al conductor de puesta a tierra del equipo ni al(os) electrodo(s) de puesta a tierra.

Excepción: Únicamente para sistemas de alambrado existentes en los inmuebles, se permitirá que el conductor puesto a tierra tendido con la alimentación al edificio o la estructura esté conectado a los medios de desconexión del edificio o estructura y al(los) electrodo(s) de puesta a tierra, y se deben usar para la puesta a tierra o la unión de equipos, estructuras o bastidores que se deben poner a tierra o unidos, cuando se cumplen todos los requisitos de los numerales (1), (2) y (3):

(1) No se tiende un conductor de puesta a tierra del equipo con la alimentación del edificio o estructura.

(2) No existen trayectorias metálicas continuas unidas al sistema de puesta a tierra en cada edificio o estructura involucrada.

(3) No se ha instalado la protección contra falla a tierra del equipo en el lado de la alimentación del(os) alimentador(es).

Cuando el conductor puesto a tierra se usa para la puesta a tierra de acuerdo con las disposiciones

de esta excepción, el calibre del conductor puesto a tierra no debe ser menor que el mayor de cualquiera de los siguientes:

(1) El calibre exigido en la sección 220.61.

(2) El calibre exigido en la sección 250.122.

(C) Sistemas no puestos a tierra. El(los) electrodo(s) de puesta a tierra se debe(n) conectar al medio de desconexión del edificio o estructura.

(D) Medios de desconexión ubicados en edificios o estructuras separadas, en el mismo inmueble. Cuando uno o más medios de desconexión alimentan una o más edificios o estructuras adicionales que se encuentran bajo la misma administración, y cuando estos medios de desconexión se encuentran localizados alejados de estos edificios o estructuras de acuerdo con las disposiciones de las secciones 225.32, Excepciones No.1 y 2, 700.12 (B) (6), 701.11 (B) (5) o 702.11, se deben cumplir en su totalidad las siguientes condiciones:

(1) No se debe realizar una conexión del conductor puesto a tierra, al electrodo de puesta a tierra, a las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente ni al conductor de puesta a tierra del equipo en un edificio o estructura separada.

(2) Se tiende un conductor de puesta a tierra del equipo para la puesta a tierra y la unión de las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente, sistemas de tubería metálica interior y bastidores metálicos de los edificios o estructuras, con los conductores del circuito hasta un edificio o estructura separada, y está conectado al(los) electrodo(s) de puesta a tierra existente(s) exigido(s) en la parte III de este artículo o, en caso de que no haya electrodos, se debe(n) instalar el(los) electrodo (s) de puesta a tierra exigido(s) en la parte III de este artículo, cuando un edificio o estructura separada esté alimentada por más de un circuito ramal.

(3) La conexión entre el conductor de puesta a tierra del equipo y el electrodo de puesta a tierra, en un edificio o estructura separada, se debe hacer en una caja de empalmes, un panel de distribución o un *gabinete* similar, localizado inmediatamente adentro o afuera del edificio o estructura separada.

(E) Conductor del electrodo de puesta a tierra. El calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra al(los) electrodo(s) de puesta a tierra no debe ser inferior al presentado en la sección 250.66, con base en el conductor de alimentación no puesto a tierra más grande. La instalación debe cumplir con la parte III de este artículo.

250.34 Generadores portátiles y montados en vehículos

(A) Generadores portátiles. No se exigirá que el bastidor de un generador portátil esté conectado a un electrodo de puesta a tierra, tal como se define en la sección 250.52 para un sistema alimentado por el generador, bajo las siguientes condiciones:

(1) El generador alimenta solamente equipo montado en el generador o equipo conectado con cordón y clavija, a través de receptáculos montados en el generador, o ambos, y.

(2) Las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente y los terminales del conductor de puesta a tierra del equipo de los receptáculos están conectados al bastidor del generador.

(B) Generadores montados en vehículos. No se exigirá que el chasis de un vehículo esté conectado a un electrodo de puesta a tierra, tal como se define en la sección 250.52 para un sistema alimentado por un generador ubicado en el vehículo, bajo las siguientes condiciones:

(1) El bastidor del generador está unido al chasis del vehículo, y

(2) El generador alimenta solamente equipo ubicado en el vehículo o equipo conectado con cordón y clavija a través de receptáculos montados en el vehículo, o tanto el equipo colocado en el vehículo como el equipo conectado con cordón y clavija mediante receptáculos montados en el vehículo o en el generador, y

(3) Las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente y los terminales del conductor de puesta a tierra del equipo en los receptáculos, están conectados al bastidor del generador.

(C) Unión de conductores puestos a tierra. Un conductor del sistema que se deba poner a tierra de acuerdo con la sección 250.26, se debe conectar al bastidor del generador, cuando el generador es un componente de un sistema derivado separadamente.

NOTA: Para la puesta a tierra de generadores portátiles que alimentan sistemas de alambrado fijos, véase la sección 250.20 (D).

250.35 Generadores instalados permanentemente.

Se debe instalar un conductor que brinde una trayectoria eficaz para la corriente de falla a tierra, con los conductores de alimentación provenientes de un(os) generador(es) instalado(s) permanentemente, hasta el primer medio de desconexión, de acuerdo con (A) o (B).

(A) Sistema derivado separadamente. Cuando el generador se instala como un sistema derivado separadamente, se deben aplicar los requisitos de la sección 250.30.

(B) Sistema derivado no separadamente. Cuando el generador no se instala como un sistema derivado separadamente, se debe de instalar un puente de unión del equipo entre el terminal de puesta a tierra del equipo en el generador, y el terminal o barra conductora de puesta a tierra del equipo del *gabinete* del(los) medio(s) de desconexión alimentado(s), según se indica en (B) (1) o (B) (2).

(1) Lado de alimentación del dispositivo de protección contra sobrecorriente del generador. El puente de unión del equipo en el lado de alimentación de cada dispositivo de sobrecorriente del generador, debe estar dimensionado de acuerdo con la sección 250.102(C), con base en el calibre de los conductores alimentados por el generador.

(2) Lado de carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente del generador. El conductor de puesta a tierra del equipo en el lado de carga de cada dispositivo de sobrecorriente del generador, debe estar dimensionado de acuerdo con la sección 250.102(D), con base en el valor nominal del dispositivo de sobre corriente alimentado.

250.36 Sistemas con neutros puestos a tierra con alta impedancia. Se permitirán sistemas con neutros puestos a tierra con alta impedancia, en los cuales una impedancia de puesta a tierra, por lo general una resistencia, limita la corriente de falla a tierra a un valor bajo, para sistemas de c.a trifásicos de 480 voltios a 1 000 voltios, si se cumplen en su totalidad las siguientes condiciones:

(1) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que solamente personal calificado prestará servicio técnico a la instalación.

(2) Hay detectores de tierra instalados en el sistema.

(3) No se alimentan cargas de línea a neutro.

Los sistemas con neutros puestos a tierra con alta impedancia deben cumplir las disposiciones de las secciones 250.36 (A) hasta (G).

(A) Ubicación de la impedancia de puesta a tierra. La impedancia de puesta a tierra se debe instalar entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y el punto neutro del sistema. Si no hay un punto neutro disponible, la impedancia de puesta a tierra se debe instalar entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y el punto neutro derivado de un transformador de puesta a tierra.

(B) Conductor del sistema puesto a tierra. El conductor del sistema puesto a tierra desde el punto neutro del transformador o generador hasta su punto de conexión a la impedancia de puesta a tierra, debe estar completamente aislado.

El conductor del sistema puesto a tierra debe tener ampacidad no inferior al valor nominal máximo de la impedancia de puesta a tierra. En ningún caso el conductor del sistema puesto a tierra debe ser menor que el 8 AWG de cobre o el 6 AWG de aluminio o aluminio revestido de cobre.

(C) Conexión de puesta a tierra del sistema. El sistema no se debe conectar a tierra, excepto a través de la impedancia de puesta a tierra.

NOTA: La impedancia normalmente es seleccionada para limitar la corriente de falla a tierra a un valor ligeramente superior o igual a la corriente de carga capacitiva del sistema. Este valor de impedancia también limitará las sobretensiones transitorias a valores seguros. Para orientación, consúltense los criterios para limitar las sobretensiones transitorias en Recommended Practice for Groninga of Industrial and Commercial Power Systems, ANSI/IEEE 142-1991.

(D) Direccionamiento del conductor desde el punto neutro hasta la impedancia

de puesta a tierra. Se permitirá que el conductor que conecta el punto neutro del transformador o generador a la impedancia de puesta a tierra, esté instalado en una canalización diferente a la de los conductores no puestos a tierra. No se exigirá tender este conductor con los conductores de fase hasta el primer medio de desconexión del sistema o del dispositivo de sobrecorriente.

(E) Puente de unión del equipo. El puente de unión del equipo (la conexión entre los conductores de puesta a tierra del equipo y la impedancia de puesta a tierra) debe ser un conductor sin empalmes, tendido desde el primer medio de desconexión del sistema o del dispositivo de sobrecorriente, hasta el lado puesto a tierra de la impedancia de puesta a tierra.

(F) Ubicación del conductor del electrodo de puesta a tierra. El conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar conectado en cualquier punto desde el lado puesto a tierra de la impedancia de puesta a tierra, a la conexión de puesta a tierra del equipo en el equipo de acometida o el primer medio de desconexión del sistema.

(G) Calibre del puente unión del equipo. El puente de unión del equipo debe estar dimensionado de acuerdo con los numerales (1) o (2):

(1) Cuando la conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra se hace en la impedancia de puesta a tierra, el puente de unión del equipo debe estar dimensionado de acuerdo con la sección 250.66, con base en el calibre de los conductores de entrada de la acometida para una acometida o los conductores de fase derivados para un sistema derivado separadamente.

(2) Cuando el conductor del electrodo de puesta a tierra está conectado en el primer medio de desconexión del sistema o en el dispositivo de sobrecorriente, el puente de unión del equipo debe estar dimensionado de igual manera que el conductor neutro, tal como se indica en la sección 250.36 (B).

III. Sistema del electrodo de puesta a tierra y conductor del electrodo de puesta a tierra

250.50 Sistema del electrodo de puesta a tierra. Todos los electrodos de puesta a tierra que se describen en las secciones 250.52 (A) (1) hasta (A) (7), que están presentes en cada edificio o estructura alimentada, se deben unir entre sí para formar el sistema del electrodo de puesta a tierra.

Cuando no existe ninguno de estos electrodos de puesta a tierra, se debe instalar y usar uno o más de los electrodos de puesta a tierra que se especifican en las secciones 250.52 (A) (4) hasta (A) (8).

Excepción: No se exigirá que los electrodos encerrados en concreto en los edificios o estructuras existentes, sean parte del sistema del electrodo de puesta a tierra, cuando las barras o varillas de acero de refuerzo no están accesibles

para su uso sin perturbar el concreto.

250.52 Electrodos de puesta a tierra.

(A) Electrodos permitidos para puesta a tierra.

(1) Tubería metálica subterránea para agua. Una tubería metálica subterránea para agua, que está en contacto directo con la tierra en una longitud de 3.0 m (10 pies) o más (incluido cualquier revestimiento metálico del pozo unido al tubo) y continua eléctricamente (o convertida en continua eléctricamente al hacer la unión alrededor de las juntas aislantes o de la tubería aislante) hasta los puntos de conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra y los conductores de unión. La tubería metálica interior para agua ubicada a más de 1.52 m (5 pies) del punto de entrada al edificio no se debe usar como parte del sistema del electrodo de puesta a tierra ni como conductor para interconectar electrodos que sean parte del sistema del electrodo de puesta a tierra.

Excepción: En edificios o estructuras industriales, comerciales e institucionales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que únicamente personas calificadas prestarán servicio técnico a la instalación, se permitirá la tubería metálica interior para agua localizada a más de 1.52 m (5 pies) del punto de entrada al edificio, como parte del sistema del electrodo de puesta a tierra o como conductor para interconectar los electrodos que son parte del sistema del electrodo de puesta a tierra, siempre y cuando esté expuesta la longitud total, diferente de la constituida por secciones cortas que pasan perpendicularmente a través de paredes, pisos o cielos rasos, de la tubería metálica interior para agua que es utilizada para el conductor.

(2) Armazón metálico de un edificio o estructura. El armazón metálico de un edificio o estructura, cuando está conectada a la tierra mediante cualquiera de los siguientes métodos:

(1) 3.0 m (10 pies) o más de un solo elemento metálico estructural en contacto directo con la tierra o encerrado en concreto que esté en contacto directo con la tierra.

(2) Mediante la conexión del armazón metálico estructural a las barras de refuerzo de un electrodo encerrado en concreto, tal como se indica en la sección 250.52 (A) (3) o un anillo de puesta a tierra como se indica en la sección 250.52 (A) (4).

(3) Mediante la unión del armazón metálico estructural a uno o más de los electrodos de puesta a tierra que se definen en la sección 250.52 (A) (5) o (A) (7), que cumplan con lo que se indica en la sección 250.56.

(4) Otros métodos aprobados para establecer una conexión a tierra.

(3) Electrodo encerrado en concreto. Un electrodo encerrado en por lo menos 50 mm (2 pulgadas) de concreto, localizado horizontalmente cerca del fondo o verticalmente y dentro de la porción del cimiento o lecho de cimentación de concreto que está en contacto directo con la tierra, compuesto de mínimo 6.0 m (20 pies) de una o más barras o varillas de refuerzo de acero desnudas o galvanizadas con cinc u otro recubrimiento conductor eléctrico, de mínimo 13 mm (½ pulgada) de diámetro, o compuesto de mínimo 6.0 m (20 pies) de conductor de cobre desnudo no inferior al 4 AWG. Se permitirá que las barras de refuerzo estén unidas entre sí mediante los alambres de amarre de acero usuales u otro medio eficaz. Cuando están presentes electrodos múltiples encerrados de concreto en un edificio o estructura, se permitirá la unión de solo uno de ellos en el sistema del electrodo de puesta a tierra.

(4) Anillo de puesta a tierra. Un anillo de puesta a tierra que rodee el edificio o estructura, en contacto directo con la tierra, que consta de mínimo 6.0 m (20 pies) de conductor de cobre desnudo no inferior al 2 AWG.

(5) Electrodos de varilla y tubo. Los electrodos de varilla y tubo no deben medir menos de 2.44 m (8 pies) de longitud y deben estar compuestos de los siguientes materiales:

(a) Los electrodos de puesta a tierra de tubo o conduit no deben ser menores que el indicador métrico 21 (tamaño comercial ¾) y, si son de acero, su superficie exterior debe ser galvanizada o debe tener otro recubrimiento metálico para la protección contra la corrosión.

(b) Los electrodos de puesta a tierra de acero inoxidable o de acero recubierto con cobre o zinc deben medir como mínimo 15.87 mm ($^5/8$ de pulgada) de diámetro, a menos que estén listados y deben medir como mínimo 12.70 mm (½ pulgada) de diámetro.

(6) Otros electrodos listados. Se permitirán otros electrodos de puesta a tierra listados.

(7) Electrodos de placa. Cada electrodo de placa debe exponer como mínimo 0.186 m2 (2 pies2) de superficie al suelo exterior. Los electrodos de placas de hierro o acero deben medir como mínimo 6.4 mm (¼ pulgada) de espesor. Los electrodos de metal no ferroso deben medir como mínimo 1.5 mm (0.06 pulgadas) de espesor.

(8) Otros sistemas o estructuras locales subterráneas de metal. Otros sistemas o estructuras locales subterráneas de metal, tales como sistemas de tuberías, tanques subterráneos y entubados metálicos de pozos subterráneos que no están unidos a una tubería metálica para agua.

(B) No permitidos para su uso como electrodos de puesta a tierra. Los siguientes sistemas y materiales no se deben utilizar como electrodos de puesta a tierra:

(1) Sistemas de tubería metálica subterránea para gas.

(2) Aluminio.

NOTA: Véase la sección 250.104(B) con respecto a los requisitos de unión de la tubería para gas.

250.53 Instalación del sistema del electrodo de puesta a tierra.

NOTA: Véanse las secciones 547.9 y 547.10 con respecto a los requisitos especiales de puesta a tierra y unión para edificios agrícolas.

(A) Electrodos de varilla, tubo y placa. Cuando sea factible, los electrodos de varilla, tubo y placa se deben incrustar por debajo del nivel de humedad permanente. Los electrodos de varilla, tubo y placa deben estar libres de recubrimientos no conductores como pintura o esmalte.

(B) Separación de los electrodos. Cuando se utilizan más de uno de los electrodos de los tipos que se especifican en las secciones 250.52 (A) (5) o (A) (7), cada electrodo de un sistema de puesta a tierra (incluyendo el utilizado para los terminales aéreos) no debe estar a menos de 1.83 m (6 pies) de cualquier otro electrodo de otro sistema de puesta a tierra. Se debe considerar que dos o más electrodos de puesta a tierra que están unidos entre sí, son un solo sistema de electrodo de puesta a tierra.

(C) Puente de unión. El(los) puente(s) de unión utilizado(s) para conectar los electrodos de puesta a tierra entre sí, con el fin de formar el sistema del electrodo de puesta a tierra, se debe(n) instalar de acuerdo con las secciones 250.64(A), (B) y (E), debe(n) estar dimensionados de acuerdo con la sección 250.66 y se debe(n) conectar de la manera que especifica la sección 250.70.

(D) Tubería metálica subterránea para agua. Cuando se utiliza como un electrodo de puesta a tierra, la tubería metálica subterránea para agua debe satisfacer los requisitos de las secciones 250.53 (D) (1) y (D) (2).

(1) Continuidad. La continuidad de la trayectoria de puesta a tierra o de la unión a la tubería interior no debe depender de los medidores de agua ni de los dispositivos de filtrado y equipo similar.

(2) Electrodo suplementario exigido. Una tubería metálica subterránea para agua debe tener como suplemento un electrodo adicional de uno de los tipos especificados en las secciones 250.52 (A) (2) hasta (A) (8). Cuando el electrodo suplementario es un electrodo del tipo de varilla, tubo o placa, debe cumplir con lo especificado en la sección 250.56. Se permitirá que el electrodo suplementario esté unido al conductor del electrodo de puesta a tierra, al conductor puesto a tierra de entrada de la acometida, a la canalización no flexible puesta a tierra de la acometida, o a cualquier *gabinete* puesto a tierra de la acometida.

Excepción: Se permitirá que el electrodo suplementario esté unido a la tubería interior para agua, en cualquier punto conveniente, como se indica en la sección 250.52 (A) (1), Excepción.

(E) Calibre de la unión del electrodo suplementario. Cuando el electrodo suplementario es un electrodo

de varilla, tubo o placa, no se exigirá que aquella porción del puente de unión que es la única conexión al electrodo suplementario de puesta a tierra sea superior a un alambre del cobre 6 AWG o un alambre de aluminio 4 AWG.

(F) Anillo de puesta a tierra. El anillo de puesta a tierra se debe enterrar a una profundidad mínima de 750 mm (30 pulgadas) por debajo de la superficie de la tierra.

(G) Electrodos de varilla y tubo. El electrodo se debe instalar de manera que una longitud mínima de 2.44 m (8 pies) esté en contacto con el sueldo. Se debe llevar a una profundidad mínima de 2.44 m (8 pies) excepto que, cuando se encuentra un fondo rocoso, el electrodo se debe dirigir en un ángulo oblicuo que no supere los 45 grados con respecto a la línea vertical o, cuando se encuentra un fondo rocoso en un ángulo de hasta 45 grados, se debe permitir que el electrodo se entierre en una zanja de por lo menos 750 mm (30 pulgadas) de profundidad. El extremo superior del electrodo debe estar a nivel o por debajo del nivel del suelo, a menos que el extremo por encima del suelo y la fijación del conductor del electrodo de puesta a tierra estén protegidos contra el daño físico, tal como se especifica en la sección 250.10.

(H) Electrodo de placa. Los electrodos de placa se debe instalar a una distancia mínima de 750 mm (30 pulgadas) por debajo de la superficie de la tierra.

250.54 Electrodos auxiliares de puesta a tierra. Se permitirá conectar uno o más electrodos de puesta a tierra, a los conductores de puesta a tierra del equipo que se especifican en la sección 250.118, y no se exigirá que cumplan con los requisitos de unión del electrodo de la sección 250.50 ó 250.53(C) ni con los requisitos de resistencia de la sección 250.56, pero la tierra no se debe usar como trayectoria eficaz de la corriente de falla a tierra, tal como se especifica en las secciones 250.4(A)(5) y 250.4(B)(4).

250.56 Resistencia de los electrodos de varilla, tubo y placa. Un único electrodo que consista en una varilla, tubo o placa que no tenga una resistencia a tierra de 25 ohms o menos, se debe incrementar mediante un electrodo adicional de cualquiera de los tipos especificados en las secciones 250.52 (A) (4) hasta (A) (8). Cuando se instalen electrodos múltiples de varilla, tubo o placa, para cumplir los requisitos de esta sección, no deben estar separados menos de 1.8 m (6 pies).

> **NOTA**: La eficiencia de varillas de más de 2.5 m (8 pies) de longitud conectadas en paralelo, se mejora dejando una separación superior a los 1.8 m (6 pies).

250.58 Electrodo común de puesta a tierra. Cuando un sistema de c.a está conectado a un electrodo de puesta a tierra dentro de un edificio o estructura o cerca de ellas, se debe usar el mismo electrodo para los conductores de puesta a tierra de *envolventes (enclosures)* y equipo dentro de o sobre ese edificio o estructura. Cuando hay acometidas, alimentadores o circuitos ramales separados que alimentan un edificio, y que se exige que estén conectados a un(os) electrodo(s) de puesta a tierra, se debe(n) usar el(los) mismo(s) electrodo(s) de puesta a tierra.

Dos o más electrodos de puesta a tierra que están unidos entre sí, se deben considerar como un solo sistema de electrodo de puesta a tierra, en este sentido.

250.60 Uso de puntas terminales aéreas. Los conductores de puntas terminales aéreas, tuberías y varillas hincadas, o electrodos de placa usados para terminales aéreos de puesta a tierra, no se deben usar en lugar de los electrodos de puesta a tierra exigidos en la sección 250.50 para sistemas y equipo de alambrado de puesta a tierra. Esta disposición no debe prohibir la unión conjunta exigida de los electrodos de puesta a tierra de los diferentes sistemas.

NOTA No. 1: Véase la sección 250.106, relativa a la separación de los terminales aéreos. Véanse las secciones 800.100(D), 810-21(J) y 820.100(D), para la unión de los electrodos.

NOTA No. 2: La unión entre sí de todos los electrodos de puesta a tierra separados, limitará las diferencias de potencial entre ellos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

250.62 Material conductor del electrodo de puesta a tierra. El conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre, aluminio o aluminio revestido de cobre. El material seleccionado debe ser resistente a cualquier condición corrosiva existente en la instalación o debe estar protegido adecuadamente contra la corrosión. El conductor debe ser sólido o trenzado, aislado, recubierto o desnudo.

250.64 Instalación del conductor del electrodo de puesta a tierra. Los conductores de electrodos de puesta a tierra en la acometida, en cada edificio o estructura cuando están alimentadas por alimentador(es) o circuito(s) ramal(es), o en un sistema derivado separadamente, se deben instalar tal como se especifica en las secciones 250.64 (A) hasta (F).

(A) Conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre. No se deben usar conductores de puesta a tierra de aluminio desnudo o aluminio recubierto de cobre, cuando están en contacto directo con la mampostería o la tierra, o cuando están sujetos a condiciones corrosivas. Si se usan conductores de puesta a tierra de aluminio o de aluminio recubierto de cobre en exteriores, no deben terminar a una distancia menor de 450 mm. (18 pies) de la tierra.

(B) Aseguramiento y protección contra el daño físico. Cuando está expuesto, el conductor del electrodo de puesta a tierra o su envolvente se deben asegurar firmemente a la superficie sobre la que van colocados. Un conductor del electrodo de puesta a tierra de cobre o de aluminio 4 AWG o mayor, se debe proteger si está expuesto a daño físico. Se permitirá el tendido de un conductor del electrodo de puesta a tierra calibre 6 AWG que esté libre de exposición a daño físico, a lo largo de la superficie de la construcción del edificio sin recubrimiento metálico ni protección, cuando esté asegurado firmemente a la construcción; de lo contrario, debe estar en conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit no metálico rígido, tubería eléctrica metálica o blindaje para cables. Los conductores de electrodos de puesta a tierra inferiores a 6 AWG deben estar en conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit no metálico rígido, tubería eléctrica metálica o blindaje para cables.

(C) Continuo. El conductor del electrodo de puesta a tierra se debe instalar en una longitud continua sin empalmes o conexiones, excepto lo permitido en (1) y (2):

(1) Se permitirá el empalme solamente por conectores irreversibles de tipo compresión listados como equipo de puesta a tierra y unión o por el proceso de soldadura exotérmica.

(2) Se permitirá que las secciones de barras colectoras estén conectadas juntas para formar un conductor del electrodo de puesta a tierra.

(D) Acometida con *envolventes (enclosures)* múltiples del medio de desconexión. Cuando una acometida consta de más de un *gabinete*, como se permite en la sección 230.71 (A), las conexiones del electrodo de puesta a tierra se deben hacer según (D) (1), (D) (2) o (D) (3).

(1) Derivaciones del conductor del electrodo de puesta a tierra. Cuando la acometida se instala según se permite en la sección 230.40, Excepción No. 2, se deben instalar derivaciones del conductor del electrodo común de puesta a tierra y del conductor del electrodo de puesta a tierra. El conductor del electrodo común de puesta a tierra debe estar dimensionado de acuerdo con la sección 250.66, con base en la suma del área en mils circulares del(los) conductor(es) más grande(s) de entrada de la acometida no puesto(s) a tierra. Cuando los conductores de entrada de la acometida se conectan directamente a la bajada de acometida o la acometida lateral, el conductor del electrodo común de puesta a tierra debe estar dimensionado según la Tabla 250.66, Nota 1. Un conductor de derivación se debe extender hasta el interior de cada *gabinete* del medio de desconexión de la acometida. Las derivaciones del conductor del electrodo de puesta a tierra deben estar dimensionadas según la sección 250.66 para el conductor más grande que alimenta al *gabinete* individual. Los conductores de derivación se deben conectar al conductor del electrodo común de puesta a tierra mediante soldadura exotérmica o con conectores listados como equipo de puesta a tierra y de unión, de modo tal que el conductor del electrodo común de puesta a tierra permanezca sin empalmes ni uniones.

(2) Conductores individuales del electrodo de puesta a tierra. Se debe conectar un conductor del electrodo de puesta a tierra entre el conductor puesto a tierra en cada *envolvente (enclosure)* del medio de desconexión del equipo de acometida y el sistema del electrodo de puesta a tierra. Cada conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado según la sección 250.66, con base en el(los) conductor(es) de entrada de la acometida que alimenta(n) al medio individual de desconexión de la acometida.

(3) Ubicación común. Se debe conectar un conductor del electrodo de puesta a tierra al(los) conductor(es) puesto(s) a tierra de la acometida en una canalización u otro *gabinete* accesible en el lado de la alimentación del medio de desconexión de la acometida. La conexión se debe hacer con soldadura exotérmica o con un conector listado como equipo de puesta a tierra y de unión. El conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado según la sección 250.66, con base en el(los) conductor(es) de entrada de la acometida en la ubicación común donde se hace la conexión.

(E) *Envolventes (enclosures)* para los conductores del electrodo de puesta a tierra. Los *envolventes (enclosures)* de metales ferrosos para los conductores del electrodo de puesta a tierra deben ser continuos eléctricamente desde el punto de fijación a los gabinetes o el equipo, hasta el electrodo de puesta a tierra, y se deben asegurar firmemente a la abrazadera o herraje de tierra. No se exigirá que los *envolventes (enclosures)* metálicos no ferrosos sean eléctricamente continuos. Los *envolventes (enclosures)* metálicos ferrosos que no son físicamente continuos desde el gabinete o equipo hasta el electrodo de puesta a tierra, se deben hacer continuos eléctricamente mediante una unión de cada extremo de la canalización o el envolvente al conductor del electrodo de puesta a tierra. La unión se debe aplicar a cada extremo y a todas las canalizaciones, cajas y *envolventes (enclosures)* ferrosos intermedios entre los gabinetes o el equipo y el electrodo de puesta a tierra. El puente de unión para una canalización del conductor del electrodo de puesta a tierra o una armadura de cable debe ser de calibre igual o superior al conductor del electrodo de puesta a tierra *gabinete*. Cuando se usa una canalización como protección para el conductor del electrodo de puesta a tierra, la instalación debe cumplir con los requisitos del artículo correspondiente a la canalización.

(F) Instalación al (los) electrodo(s). El(los) conductor(es) del electrodo de puesta a tierra y los puentes de unión que interconectan los electrodos de puesta a tierra, se deben instalar según los numerales (1), (2) o (3). El conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado para el conductor más grande del electrodo de puesta a tierra que se exige entre todos los electrodos conectados a él.

(1) Se debe permitir que el conductor del electrodo de puesta a tierra esté tendido a cualquier electrodo conveniente de puesta a tierra disponible en el sistema del electrodo de puesta a tierra, cuando el(los) otro(s) electrodo(s), si lo(s) hay, están conectados mediante puentes de unión, según la sección 250.53 (C).

(2) Se debe permitir que el(los) conductor(es) del electrodo de puesta a tierra esté tendido a uno o más del (los) electrodo(s) de puesta a tierra individualmente.

(3) Se debe permitir que el(los) puente(s) de unión desde el(los) electrodo(s) de puesta a tierra estén conectados a una barra colectora de cobre o aluminio no inferior a 6 mm x 50 mm (¼ de

pulgada x 2 pulgadas). La barra colectora se debe sujetar firmemente y se debe instalar en una ubicación accesible. Las conexiones se deben hacer por medio de un conector listado o por el proceso de soldadura exotérmica. Se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra se tienda hasta la barra colectora. Cuando se utilizan barras colectoras de aluminio, la instalación debe cumplir con la sección 250.64 (A).

250.66 Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente alterna. El calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra en la acometida, en cada edificio o estructura alimentada por alimentador(es) o circuito(s) ramal(es) o en un sistema derivado separadamente de un sistema de c.a puesto a tierra o no, no debe ser inferior al dado en la Tabla 250.66, excepto como se permite en las secciones 250.66 (A) hasta (C).

NOTA: Véase la Sección 250.24 (C) para el calibre de un conductor del sistema de c.a llevado al equipo de acometida.

Tabla 250.66. Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna

Calibre del mayor conductor no puesto a tierra de entrada de la acometida, o área equivalente para conductores en paralelo[a] (AWG/kcmil)		Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra (AWG/kcmil)	
Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre[b]	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre[b]
2 o menor	1/0 o menor	8	6
1 ó 1/0	2/0 ó 3/0	6	4
2/0 ó 3/0	4/0 ó 250	4	2
Más de 3/0 hasta 350	Más de 250 hasta 500	2	1/0
Más de 350 hasta 600	Más de 500 hasta 900	1/0	3/0
Más de 600 hasta 1,100	Más de 900 hasta 1,750	2/0	4/0
Más de 1,100	Más de 1,750	3/0	250

Notas:
1. Cuando se usan conjuntos múltiples de conductores para la entrada de la acometida como se permite en la sección 230.40, Excepción No. 2, el calibre equivalente del conductor más grande de entrada de la acometida se debe determinar por la mayor suma de las áreas de los conductores correspondientes de cada conjunto.
2. Cuando no hay conductores de entrada de la acometida, el calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra se debe determinar por el calibre equivalente del mayor conductor de entrada de la acometida exigido para la carga que se va a alimentar.

a Esta Tabla también se aplica a los conductores derivados de sistemas de c.a. derivados separadamente.

b Véanse las restricciones de la instalación, en la Sección 250.64(A).

(A) Conexiones a los electrodos de varilla, tubo o placa. Cuando el conductor del electrodo de puesta a tierra está conectado a electrodos de varilla, tubo o placa, como se permite en la sección 250.52 (A) (5) o (A) (7), no se exigirá que la porción del conductor que es la única conexión al electrodo de

puesta a tierra sea superior al 6 AWG si es alambre de cobre, o al 4 AWG si es alambre de aluminio.

(B) Conexiones a electrodos encerrados en concreto. Cuando un conductor del electrodo de puesta a tierra esté conectado a un electrodo encerrado en concreto, como se permite en la sección 250.52 (A) (3), no se exigirá que la porción del conductor que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra sea superior al 4 AWG de alambre de cobre.

(C) Conexiones a anillos de puesta a tierra. Cuando un conductor de un electrodo de puesta a tierra está conectado a un anillo de puesta a tierra, como se permite en la sección 250.52 (A) (4), no se exigirá que la porción de conductor que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra, sea mayor que el conductor usado para el anillo de puesta a tierra.

250.68 Conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra y del puente de unión a los electrodos de puesta a tierra. La conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra en la acometida, en cada edificio o estructura alimentada por alimentador(es) o circuito(s) ramal(es) o en un sistema derivado separadamente y el(os) puente(s) de unión asociado(s), se debe hacer como se especifica en las secciones 250.68 (A) y (B).

(A) Accesibilidad. Todos los elementos mecánicos usados para terminar un conductor del electrodo de puesta a tierra o un puente de unión a un electrodo de puesta a tierra deben ser accesibles.

> *Excepción No. 1: No se exigirá que una conexión, encerrada o enterrada, a un electrodo de puesta a tierra encerrado en concreto, encerrado o hincado, sea accesible.*
>
> *Excepción No. 2: No se exigirá que sean accesibles las conexiones de compresión irreversibles o exotérmicas utilizadas en las terminaciones, junto con los medios mecánicos utilizados para fijar dichas terminaciones a la estructura metálica a prueba de incendio, sea o no irreversible el medio mecánico.*

(B) Trayectoria eficaz de puesta a tierra. La conexión de un conductor del electrodo de puesta a tierra o de un puente de unión hasta un electrodo de puesta a tierra se debe hacer de una manera que asegure una trayectoria eficaz de puesta a tierra. Cuando sea necesario asegurar la trayectoria de puesta a tierra de un sistema de tubería de metal usado como electrodo de puesta a tierra, se debe suministrar una unión alrededor de las juntas aisladas, y alrededor de cualquier equipo que tenga posibilidad de ser desconectado para su reparación o reemplazo. Los puentes de unión deben tener longitud suficiente para permitir la remoción de dicho equipo mientras se mantiene la integridad de la trayectoria de puesta a tierra.

250.70 Métodos de puesta a tierra y unión del conductor de la conexión a los electrodos. El conductor de puesta a tierra o de unión se debe conectar al electrodo de puesta a tierra mediante soldadura exotérmica, lengüetas de conexión listadas, conectores de presión listados, abrazaderas listadas u otros medios listados. No se deben usar conexiones que dependan de soldadura blanda. Las abrazaderas de puesta a tierra deben estar listadas para los materiales del electrodo de puesta a tierra y para el conductor del electrodo de puesta a tierra, y cuando se usan en electrodos de tubo, varilla u otros electrodos hincados, también deben estar listados para su enterramiento directo en el suelo o encerrados en concreto. No se debe conectar al electrodo de puesta a tierra más de un conductor mediante una abrazadera o herraje sencillo, a menos que estos estén listados para múltiples conductores. Se debe usar uno de los siguientes métodos:

(1) Un herraje para tubo, un tapón para tubo u otro dispositivo aprobado, atornillado en un tubo o herraje de tubo.

(2) Una abrazadera atornillada listada, en bronce o latón fundido, o hierro maleable o común.

(3) Para propósitos de telecomunicaciones en interiores solamente, una abrazadera listada de tierra de lámina metálica tipo cinta, que tenga una base metálica rígida que se asienta en el electrodo, y cuya cinta es de un material y dimensiones que no tienen probabilidad de estirarse durante o después de la instalación.

(4) Un medio aprobado igualmente firme.

IV. Gabinete, canalización y conexiones del cable de la acometida.

250.80 Canalizaciones y *envolventes (enclosures)* de la acometida. Los *envolventes (enclosures)* y canalizaciones metálicas para los conductores y equipo de la acometida se deben conectar al conductor del sistema puesto a tierra si el sistema eléctrico está puesto a tierra, o al conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas eléctricos que no están puestos a tierra.

Excepción: No se exigirá que un codo metálico usado en una instalación subterránea de conduit no metálico rígido, que esté separado de posibles contactos con cualquier parte del codo por una cubierta de mínimo 450 mm (18 pulgadas), esté conectado al conductor del sistema puesto a tierra o al conductor del electrodo de puesta a tierra.

250.84 Cable o canalización de acometida subterránea.

(A) Cable de acometida subterránea. No se exigirá que el forro o armadura de un sistema de cable de acometida subterránea con forro de metal o armadura continuo que estén conectados al conductor del sistema puesto a tierra en el lado de la alimentación se conecten al conductor del sistema puesto a tierra en el edificio o estructura. Se permitirá que el forro o armadura estén aislados de la canalización o tubería metálica interior.

(B) Canalización de la acometida subterránea que contiene cable. No se exigirá que una canalización metálica de acometida subterránea que contiene un cable con forro metálico o armadura conectada al conductor del sistema puesto a tierra, esté conectada al conductor del sistema puesto a tierra en el edificio o estructura. Se permitirá que el forro o armadura estén aislados de la canalización o tubería metálica interior.

250.86 Otros gabinetes y canalizaciones para conductores. Excepto como se permite en la sección 250.112(I), los gabinetes y canalizaciones metálicas para otros conductores diferentes de los de la acometida, se deben conectar al conductor de puesta a tierra del equipo.

Excepción No. 1: No se exigirá que los gabinetes *y canalizaciones metálicas para conductores agregados a las instalaciones existentes de alambre a la vista, alambrado de botón y tubo, y cable con revestimiento no metálico, estén conectados al conductor de puesta a tierra del equipo, cuando estos envolventes*

(enclosures) o métodos de alambrado cumplen con los siguientes numerales de (1) a (4):

(1) No suministran una tierra del equipo.

(2) Están en tramos de menos de 7.5 m (25 pies).

(3) Están libres de contacto probable con la tierra, metal puesto a tierra, una lámina de metal u otro material conductor.

(4) Están resguardados del contacto por parte de personas.

Excepción No. 2: No se exigirá que las secciones cortas de gabinetes *o canalizaciones de metal usadas para brindar soporte o protección a los ensambles de cable contra el daño físico estén conectados al conductor de puesta a tierra del equipo.*

Excepción No. 3: No se exigirá que un codo metálico esté conectado al conductor de puesta a tierra del equipo, cuando está instalado en una canalización no metálica y esté separado de posibles contactos con cualquier parte del codo por una cubierta de mínimo 450 mm (18 pulgadas), o cuando está encerrado en no menos de 50 mm (2 pulgadas) de concreto.

V. Unión.

250.90 Generalidades. Se debe suministrar una unión, cuando sea necesario, para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad de conducir en forma segura cualquier corriente de falla a que se pueda someter.

250.92 Acometidas.

(A) Unión de las acometidas. Las partes metálicas del equipo no portadoras de corriente indicadas en 250.92 (A) (1) y (A) (2) se deben unir entre sí.

(1) Las canalizaciones de acometidas, bandejas portacables, armazones de ensambles de cables, canaletas auxiliares o armadura o forro del cable de la acometida, excepto como se permite en la sección 250.84.

(2) Todos los gabinetes de las acometidas que contienen conductores de la acometida, incluidos accesorios de medidores, cajas o similares, interpuestos en la canalización o armadura de la acometida.

(B) Método de unión en la acometida. La continuidad eléctrica en el equipo de la acometida, las canalizaciones de la acometida y los gabinetes de conductores de la acometida se debe garantizar por uno de los siguientes métodos:

(1) Unión del equipo al conductor de acometida puesto a tierra, de la manera prevista en la sección 250.8.

(2) Conexiones que utilizan acoples roscados o conectores roscados en

envolventes (enclosures), en donde el ajuste se hace con llave.

(3) Acoples y conectores sin rosca, cuando se hace un apriete hermético para canalizaciones metálicas y cables con blindaje metálico.

(4) Otros dispositivos listados, tales como tuercas de seguridad y monitores de tipo de unión o monitores con puentes de unión.

Los puentes para unión que cumplen los otros requisitos de este artículo se deben usar alrededor de discos removibles concéntricos o excéntricos que son perforados o formados de otra manera deteriorando la conexión eléctrica a tierra. Las tuercas de seguridad o monitores estándar no deben ser los únicos medios para hacer la unión exigida en esta sección.

250.94 Unión a otros sistemas. Se debe suministrar una terminación de unión entre sistemas para conectar los conductores de puesta a tierra y de unión entre sistemas exigidos para otros sistemas, en la parte exterior de los gabinetes en el equipo de la acometida y en los medios de desconexión de todo edificio o estructura adicional. La terminación de la unión entre sistemas debe ser accesible para la conexión y la inspección. Está terminación debe tener la capacidad para conectar no menos de tres conductores de unión entre sistemas. El dispositivo de terminación de la unión entre sistemas no debe interferir con la apertura del *gabinete* del equipo de medición o de la acometida.

La terminación de la unión entre sistemas debe ser una de las siguientes:

(1) Un conjunto de terminales montados firmemente en el *gabinete* del medidor y conectado eléctricamente al *gabinete* del medidor. Los terminales deben ser listados como equipo de puesta a tierra y de unión.

(2) Una barra de unión cerca del *gabinete* del equipo de la acometida, el *gabinete* del medidor o de la canalización para los conductores de la acometida. Esta barra debe estar conectada mediante un conductor de cobre mínimo de 6 AWG al(los) conductor(es) de puesta a tierra del equipo en el *gabinete* del equipo de la acometida, el *gabinete* del medidor, o la canalización metálica no flexible expuesta.

(3) Una barra de unión cerca del conductor del electrodo de puesta a tierra. La barra de unión debe estar conectada al conductor del electrodo de puesta a tierra con un conductor de cobre mínimo de 6 AWG.

Excepción: En edificios o estructuras existentes, donde exista cualquiera de los conductores de puesta a tierra o de unión entre sistemas que se exigen en las secciones 770.93, 800.100(B), 810.21 (F), 820.100 (B), 830.100 (B), no se exige la instalación de la terminación de la unión entre sistemas. Se permitirá un medio accesible externo a los gabinetes *para conectar los conductores del electrodo de puesta a tierra y de unión entre sistemas en el equipo de la acometida y en los medios de desconexión para cualquier edificio o estructura adicional mediante uno de los siguientes medios como mínimo:*

(1) Canalizaciones metálicas no flexibles expuestas.

(2) Conductor del electrodo de puesta a tierra expuesto.

(3) Un medio aprobado para la conexión externa de un conductor de cobre u otro conductor para unión o puesta a tierra resistente a la corrosión, hasta la canalización o equipo puestos a tierra.

NOTA No. 1: Un conductor de cobre 6 AWG con un extremo unido a la canalización o equipo metálico no flexible puesto a tierra y con 150 mm (6 pulgadas) o más del otro extremo accesible en la pared exterior, es un ejemplo de un medio aprobado en la sección 250.94, Excepción ítem (3).

NOTA No. 2: Véanse las secciones 800.100, 810.21 y 820.100 relativas a los requisitos de unión y puesta a tierra para circuitos de comunicaciones, equipo de radio y televisión y circuitos de televisión con antena comunal (CATV).

250.96 Unión de otros gabinetes**.**

(A) Generalidades. Las canalizaciones metálicas, bandejas portacables, armadura de cables, blindaje de cables, gabinetes, bastidores, herrajes y otras partes metálicas no portadoras de corriente que están destinadas para uso como conductores de puesta a tierra, con o sin el uso de conductores de puesta a tierra de equipo suplementario, se deben unir cuando sea necesario para garantizar la continuidad eléctrica y la capacidad de conducir en forma segura cualquier corriente de falla que probablemente les sea impuesta. Cualquier pintura, esmalte o recubrimiento similar no conductor se debe remover de las roscas, puntos de contacto y superficies de contacto, o las conexiones se deben hacer por medio de herrajes diseñados para hacer que esta remoción sea innecesaria.

(B) Circuitos de puesta a tierra separados. Cuando estén instalados para reducir el ruido eléctrico (interferencia electromagnética) en el circuito de puesta a tierra, se permitirá que el *gabinete* del equipo alimentado por un circuito ramal esté separado de la canalización que contiene los circuitos que alimentan únicamente ese equipo, mediante uno o más de los accesorios listados no metálicos para canalizaciones, localizados en el punto de fijación de la canalización al *gabinete* del equipo. La canalización metálica debe cumplir con las disposiciones de este artículo y se debe complementar mediante un conductor interno aislado de puesta a tierra del equipo, instalado de acuerdo con la sección 250.146(D) para poner a tierra el *gabinete* del equipo.

NOTA: El uso de un conductor separado de puesta a tierra del equipo no reemplaza el requisito de puesta a tierra del sistema de canalización.

250.97 Unión para más de 250 voltios. Para circuitos de más de 250 voltios a tierra, la

continuidad eléctrica de las canalizaciones metálicas y de los cables con forros metálicos que contienen algún conductor diferente de los de la acometida, se debe asegurar mediante uno o más de los métodos especificados para acometidas en la sección 250.92(B), excepto para(B)(1).

Excepción: En caso de que no haya discos removibles sobredimensionados, concéntricos o excéntricos, o cuando una caja o gabinete con agujeros ciegos concéntricos o excéntricos estén listados para proporcionar una unión confiable, se permitirán los siguientes métodos:

(1) Acoples y conectores no roscados para cables con blindaje metálicos.

(2) Dos tuercas de seguridad en conduit metálico rígido o conduit metálico intermedio, una adentro y otra afuera de cajas y gabinetes.

(3) Accesorios con rebordes que se asientan firmemente contra la caja o gabinete, tales como conectores de tubería metálica eléctrica, conectores de conduit metálico flexible y conectores de cable, con una tuerca de seguridad en la parte interior de cajas y gabinetes.

(4) Accesorios listados.

250.98 Unión de canalizaciones metálicas unidas holgadamente. Los accesorios de expansión y secciones telescópicas de las canalizaciones metálicas se deben hacer eléctricamente continuas mediante puentes de unión del equipo u otros medios.

250.100 Unión en lugares (clasificados como) peligrosos. Independientemente de la tensión del sistema eléctrico, la continuidad eléctrica de las partes metálicas no portadoras de corriente, de equipos, canalizaciones y otros *envolventes (enclosures)* en lugares (clasificados como) peligrosos, tal como se definen en las sección 500.5 se debe asegurar por alguno de los métodos de unión que se especifican en la secciones 250.92 (B) (2) hasta (B) (4). Se debe usar uno o más de estos métodos de unión se instalen o no conductores de puesta a tierra del equipo del tipo de alambre.

250.102 Puentes de unión de equipos.

(A) Material. Los puentes de unión de equipos deben ser de cobre o de otro material resistente a la corrosión. Un puente de unión debe ser un alambre, una barra conductora, un tornillo o un conductor similar adecuado.

(B) Fijación. Los puentes de unión de equipos se deben fijar de la manera especificada en las disposiciones aplicables de la sección 250.8 para circuitos y equipo y en la sección 250.70 para electrodos de puesta a tierra.

(C) Calibre. Puentes de unión del equipo en el lado de alimentación de la acometida. El puente de unión no debe tener un calibre inferior a los presentados en la Tabla 250.66 para los conductores de electrodos de puesta a tierra. Si los conductores de fase de entrada de la acometida son mayores de 1,100 kcmil de cobre, o 1,750 kcmil de aluminio, el puente de unión debe tener un área no inferior al 12 ½ por ciento del área del conductor más grande de fase, excepto que, cuando los conductores de fase y el puente de unión son de materiales diferentes (cobre o aluminio), el

calibre mínimo del puente de unión se debe basar en el uso supuesto de los conductores de fase del mismo material que el puente de unión, y con una ampacidad equivalente a la de los conductores de fase instalados. Cuando los conductores de entrada de la acometida están conectados en paralelo en dos o más canalizaciones o cables, el puente de unión del equipo, si está encaminado con las canalizaciones o los cables, debe ir en paralelo. El calibre del puente de unión para cada canalización o cable se debe basar en el calibre de los conductores de entrada de la acometida en cada canalización o cable.

(D) Calibre. Puente de unión del equipo en el lado de carga de la acometida. El puente de unión del equipo en el lado de carga de los dispositivos de sobrecorriente de la acometida se deben dimensionar, como mínimo, de acuerdo con los calibres de la Tabla 250.122, pero no se exigirá que sean más grandes que los conductores más grandes no puestos a tierra del circuito que alimenta el equipo, ni menores del 14 AWG.

Se permitirá que un solo puente de unión de equipos, continuo y común, conecte dos o más canalizaciones o cables, cuando el puente de unión está dimensionado de acuerdo con la Tabla 250.122, para el mayor dispositivo de sobrecorriente que alimenta esos circuitos.

(E) Instalación. Se permitirá que el puente de unión del equipo sea instalado dentro o fuera de una canalización o *gabinete*. Si está instalado en el exterior, su longitud no debe ser superior a 1.8 m (6 pies) y se debe direccionar con la canalización o *gabinete*. Si está instalado dentro de una canalización, el puente de unión del equipo debe cumplir con los requisitos de las secciones 250.119 y 250.148.

> *Excepción: Se permitirá un puente de unión de equipos con longitud mayor a 1.8 m (6 pies) en ubicaciones de poste exterior con el propósito de puesta a tierra o unión de secciones separadas de canalizaciones o codos metálicos instalados en tramos verticales expuestos de conduit metálico u otra canalización metálica.*

250.104 Unión de sistemas de tubería y acero estructural expuestos.

(A) Tubería metálica para agua. Un sistema de tubería metálica para agua se debe unir como se exige en (A) (1), (A) (2) o (A) (3) de esta sección. El(los) puente(s) de unión se debe(n) instalar de acuerdo con las secciones 250.64 (A), (B), y (E). Los puntos de fijación del(los) puente(s) de unión deben ser accesibles.

> (1) Generalidades. Un (unos) sistema(s) de tubería metálica para agua instalado(s) dentro o fijado a un edificio o estructura se debe(n) unir al *gabinete* del equipo de acometida, al conductor puesto a tierra en la acometida, al conductor del electrodo de puesta a tierra si es de calibre suficiente, o a uno o más de los electrodos de puesta a tierra usados. El(los) puente(s) de unión se debe(n) dimensionar de acuerdo con la Tabla 250.66, excepto como se permite en las secciones 250.104 (A) (2) y (A) (3).
>
> (2) Edificios de ocupaciones múltiples. En edificios de ocupaciones múltiples, en donde el(los) sistema(s) de tubería metálica para agua instalado(s) en, o fijado(s) al edificio o estructura destinada a las ocupaciones individuales está separado metálicamente de todos los otras ocupaciones mediante el uso de tubería no metálica para agua, se permitirá que el(los) sistema(s) de tubería metálica para

agua de cada ocupación esté(estén) unidos al terminal de puesta a tierra del equipo del *gabinete* del panel de distribución o tablero de distribución (diferente del equipo de acometida) que alimenta esa ocupación. El puente de unión se debe dimensionar de acuerdo con la Tabla 250.122, con base en el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente para el circuito que alimenta la ocupación.

(3) Edificios o estructuras múltiples alimentadas por un (unos) alimentador(es) o circuito(s) ramal(es). El(los) sistema(s) de tubería metálica para agua instalado(s) en, o fijado(s) a el edificio o estructura se debe(n) unir al *gabinete* del medio de desconexión del edificio o estructura cuando está localizado en el edificio o estructura, o al conductor de puesta a tierra del equipo tendido con los conductores de alimentación, o a uno o más de los electrodos de puesta a tierra usados. El(los) puente(s) de unión se debe(n) dimensionar de acuerdo con la sección 250.66, con base en el calibre de los conductores del alimentador o el circuito ramal que alimentan el edificio. No se exigirá que el puente de unión sea mayor que el conductor más grande no puesto a tierra del circuito ramal o del alimentador que alimentan al edificio.

(B) Otra tubería metálica. Cuando está instalado en, o fijado al edificio o estructura, un(unos) sistema(s) de tubería metálica, incluyendo tubería para gas, que pueda llegar a energizarse, se debe unir al *gabinete* del equipo de acometida, al conductor puesto a tierra en la acometida, al conductor del electrodo de puesta a tierra si es de calibre suficiente, o a uno o más de los electrodos de puesta a tierra usados. El(los) puente(s) de unión se debe(n) dimensionar de acuerdo con la sección 250.122, usando el valor nominal del circuito que pueda energizar el(los) sistema(s) de tubería. Se permitirá que el conductor de puesta a tierra del equipo para el circuito que puede energizar la tubería, sirva como el medio de unión. Los puntos de fijación de el(los) puente(s) de unión debe(n) ser accesible(s).

NOTA: La unión de todas las tuberías y conductos metálicos de aire dentro de los inmuebles proporcionará seguridad adicional.

(C) Metal estructural. El metal estructural expuesto que está interconectado para formar la estructura metálica del edificio y no está puesto a tierra intencionalmente y que puede llegar a estar energizado, se debe unir al *gabinete* del equipo de la acometida, al conductor puesto a tierra en la acometida, al conductor del electrodo de puesta a tierra, si es de calibre suficiente, o a uno o más de los electrodos de puesta a tierra usados. El(los) puente(s) de unión se debe(n) dimensionar de acuerdo con la Tabla 250.66 e instalar de acuerdo con las secciones 250.64 (A), (B) y (E). Los puntos de fijación del (los) puente(s) de unión debe(n) ser accesibles.

(D) Sistemas derivados separadamente. Los sistemas de tubería metálica para agua y el metal estructural interconectados para formar la estructura metálica del edificio, se deben unir a sistemas derivados separadamente, según las secciones (D) (1) hasta (D) (3).

(1) Sistema(s) de tubería metálica para agua. Los conductores puestos a tierra de cada sistema derivado separadamente se deben unir al punto disponible más cercano del(los) sistema(s) de tubería metálica para agua en el área alimentada por cada sistema derivado separadamente. Esta conexión se debe hacer en el mismo punto del sistema derivado separadamente donde se conecta el conductor del electrodo de puesta a tierra. Cada puente de unión se debe dimensionar según la

Tabla 250.66, con base en el conductor más grande no puesto a tierra del sistema derivado separadamente.

Excepción No. 1: No se exigirá un puente de unión separada al sistema de tubería metálica para agua cuando dicho sistema se utilice como el electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separadamente y el sistema de tubería para agua esté en el área alimentada.

Excepción No. 2: No se exigirá un puente separado de unión de la tubería para agua cuando la estructura metálica de un edificio o una estructura se utilice como el electrodo de puesta a tierra para un sistema derivado separadamente y esté unido a la tubería metálica para agua en el área alimentada por el sistema derivado separadamente.

(2) Metal estructural. Cuando exista metal estructural expuesto que esté interconectado para formar la estructura del edificio en el área alimentada por el sistema derivado separadamente, dicho metal se debe unir al conductor puesto a tierra de cada sistema derivado separadamente. Esta conexión se debe hacer en el mismo punto en el sistema derivado separadamente donde se conecta el conductor del electrodo de puesta a tierra. Cada puente de unión se debe dimensionar según la Tabla 250.66, con base en el conductor más grande no puesto a tierra del sistema derivado separadamente.

Excepción No. 1: No se exigirá un puente separado de unión al metal estructural del edificio, cuando la estructura metálica de un edificio o estructura se utilice como el electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separadamente.

Excepción No. 2: No se exigirá un puente separado de unión al metal estructural del edificio, cuando la tubería para agua de un edificio o estructura se utilice como el electrodo de puesta a tierra para un sistema derivado separadamente, y esté unido al metal estructural del edificio en el área alimentada por el sistema derivado separadamente.

(3) Conductor del electrodo común de puesta a tierra. Cuando se instala un conductor del electrodo común de puesta a tierra para sistemas derivados separadamente múltiples, tal como se permite en la sección 250.30 (A) (4), y cuando existe metal estructural expuesto que está interconectado para formar la estructura del edificio o tubería metálica interior en el área alimentada por el sistema derivado separadamente, la tubería metálica y el elemento metálico estructural se deben unir al conductor del electrodo común de puesta a tierra.

Excepción: No se exigirá un puente separado de unión desde cada sistema derivado hasta la tubería metálica para agua y los

elementos metálicos estructurales, cuando la tubería metálica y los elementos metálicos estructurales en el área alimentada por el sistema derivado separadamente estén unidos al conductor del electrodo común de puesta a tierra.

250.106 Sistemas de protección contra descargas atmosféricas. Los terminales de tierra del sistema de protección contra descargas atmosféricas se deben unir al sistema del electrodo de puesta a tierra del edificio o estructura.

NOTA No. 1: Véase la sección 250.60 para el uso de las puntas terminales aéreas. Para información adicional, véase el documento Standard for the Installation of Lightning Protection Systems, NFPA 780-2008, el cual contiene información detallada sobre puesta a tierra, unión y distancia de descarga lateral de los sistemas de protección contra descargas atmosféricas.

.

NOTA No. 2: Las canalizaciones metálicas, *envolventes (enclosures)*, carcasas y otras partes metálicas no portadoras de corriente, del equipo eléctrico instalado en un edificio equipado con un sistema de protección contra descargas atmosféricas, pueden requerir unión o separación de los conductores de protección contra descargas atmosféricas de acuerdo con el documento Standard for the Installation of Lightning Protection Systems, NFPA 780-2008.

VI. Puesta a tierra de equipos y conductores de puesta a tierra de equipos.

250.110 Equipo sujetado en su lugar o conectado mediante métodos de alambrado permanente (fijos). Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de equipos fijos que tienen probabilidad de ser energizadas, se deben conectar al conductor de puesta a tierra del equipo bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Si están dentro de una distancia de 2.5 m (8 pies) verticales o 1.5 m (5 pies) horizontales de la tierra o de objetos metálicos puestos a tierra y sujetos a contacto con personas.

(2) Si están localizados en un lugar húmedo o mojado y no están separados.

(3) Si están en contacto eléctrico con metal.

(4) Si están en un lugar (clasificado como) peligroso, como se indican en los Artículos 500 a 517.

(5) Si son alimentados por una canalización metálica, cubierta blindada, con cubierta de metal, u otro método de alambrado que suministre una puesta a tierra al equipo, excepto como se permite en la sección 250.86, Excepción No. 2, para secciones cortas de *envolventes (enclosures)* de metal.

(6) Si el equipo opera con cualquier terminal a más de 150 voltios a tierra.

Excepción No.1: Las carcazas metálicas de electrodomésticos

calentados eléctricamente, exoneradas por un permiso especial, en cuyo caso las carcazas se deben aislar de la tierra en forma permanente y eficaz.

Excepción No. 2: Los aparatos de distribución, tales como gabinete de transformadores y condensadores, montados en postes de madera a una altura superior a 2.5 m (8 pies) sobre el nivel del suelo o plataforma.

Excepción No. 3: No se exigirá que el equipo listado protegido por un sistema de aislamiento doble, o su equivalente, se conecten al conductor de puesta a tierra del equipo.
Cuando se emplee este sistema, el equipo se debe marcar en forma notoria.

250.112 Sujetados en su lugar o conectados por métodos de alambrado permanentes (fijos) - Específicos. Excepto como se permite en la sección 250.112 (1), las partes metálicas no portadoras de corriente, expuestas de los tipos de equipos descritos en las secciones 250.112 (A) hasta (K), y las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos y *envolventes (enclosures)* descritos en 250.112 (L) y (M) se deben conectar al conductor de puesta a tierra del equipo, independientemente de la tensión.

(A) Bastidores y estructuras de tableros de distribución. Los bastidores y estructuras de tableros de distribución que sostienen el equipo de desconexión, excepto los bastidores de tableros de distribución de c.c. bifilares, si están eficazmente aislados de la tierra.

(B) Órganos de tubos. Los bastidores del generador y del motor en un órgano eléctrico de tubos, a menos que esté aislado eficazmente de tierra y del motor que lo acciona.

(C) Carcasas de motor. Carcasas de motor, como se establece en la sección 430.242.

(D) *Envolventes (enclosures)* para controladores de motores. *Envolventes (enclosures)* de controladores de motores, a menos que estén unidos a equipo portátil no puesto a tierra.

(E) Ascensores y grúas. Equipo eléctrico para ascensores y grúas.

(F) Garajes, teatros y estudios de cine. Equipo eléctrico en garajes comerciales, teatros y estudios de cine, excepto portalámparas colgantes alimentados por circuitos de no más de 150 voltios a tierra.

(G) Anuncios eléctricos. Anuncios eléctricos, iluminación de contorno y equipo asociado, como se establece en la sección 600.7.

(H) Equipo para proyección de películas de cine. Equipo para la proyección de películas de cine.

(I) Circuitos de control remoto, de señalización y de alarmas contra incendios. El equipo alimentado por circuitos

Clase 1 se debe poner a tierra, a menos que funcione a menos de 50 voltios. El equipo alimentado por circuitos de potencia limitada Clase 1 y circuitos de control remoto y señalización Clase 2 y Clase 3, y por circuitos de alarmas contra incendios, se debe poner a tierra si en la parte II o VIII de este artículo se exige la puesta a tierra del sistema.

(J) Luminarias. Luminarias como se establece en la parte V del Artículo 410.

(K) Equipo montado en patines. El equipo eléctrico y los patines instalados en forma permanente, se deben conectar al conductor de puesta a tierra del equipo, dimensionado como se exige en la sección 250.122.

(L) Bombas de agua operadas a motor. Bombas de agua operadas a motor, incluidas las de tipo sumergible.

(M) Tubería de revestimiento metálico de pozos. Cuando una bomba sumergible se usa en una tubería de pozo con revestimiento metálico, esta tubería del revestimiento del pozo se debe conectar al conductor de puesta a tierra del equipo del circuito de la bomba.

250.114. Equipo conectado con cordón y clavija. En cualquiera de las condiciones descritas en las secciones 250.114 (1) a (4), las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de equipo conectado con cordón y clavija, que tengan probabilidad de ser energizadas, se deben conectar al conductor de puesta a tierra del equipo.

Excepción: No se exigirá que las herramientas, electrodomésticos y equipos listados, incluidos en las secciones 250.114 (2) hasta (4) estén conectados al conductor de puesta a tierra del equipo, si están protegidos por un sistema de aislamiento doble o su equivalente. El equipo con aislamiento doble se debe marcar claramente.

(1) En lugares (clasificados como) peligrosos (véanse los Artículos 500 a 517).

(2) Si operan a más de 150 voltios a tierra.

Excepción No.1: Si los motores están resguardados, no se exigirá que estén conectados al conductor de puesta a tierra del equipo.

Excepción No. 2: No se exigirá que las carcasas metálicas de electrodomésticos calentados eléctricamente, exentos mediante permiso especial, estén conectados al conductor de puesta a tierra del equipo, en cuyo caso los bastidores deben estar aislados de la tierra en forma permanente y eficaz.

(3) En ocupaciones residenciales.

a. Refrigeradores, congeladores y equipos de aire acondicionado.

b. Máquinas lavadoras y secadoras de ropa, máquinas lavaplatos, trituradoras de desperdicios para cocinas; equipos de tecnología de información; bombas de sumideros y equipo eléctrico para acuarios.

c. Herramientas manuales operadas a motor, herramientas estacionarias y fijas operadas a motor, y herramientas industriales livianas operadas a motor.

d. Electrodomésticos operados a motor de los siguientes tipos: cortasetos eléctrico, cortadoras de césped, sopladoras de nieve y limpiadores de mojado. e. Lámparas portátiles de mano.

(4) Otras ocupaciones distintas de las residenciales.

a. Refrigeradores, congeladores y equipos de aire acondicionado.

b. Máquinas lavadoras y secadoras de ropa, máquinas lavaplatos; equipos de tecnología de información; bombas de sumideros y equipo eléctrico para acuarios.

c. Herramientas manuales portátiles operadas a motor, herramientas estacionarias y fijas operadas a motor, y herramientas industriales livianas operadas a motor.

d. Electrodomésticos operados a motor de los siguientes tipos: cortasetos eléctrico, cortadoras de césped, sopladoras de nieve y limpiadores de mojado. e. Lámparas portátiles de mano.

f. Electrodomésticos conectados con cordón y clavija, usados en lugares húmedos o mojados, o por personas que se encuentran sobre el suelo o en pisos metálicos, o que trabajan dentro de tanques o calderas metálicas.

g. Herramientas que es probable se usen en lugares mojados o conductores de electricidad.

Excepción: No se exigirá que las herramientas y lámparas portátiles de mano que se usen en lugares mojados o conductores de electricidad estén conectados a un conductor de puesta a tierra del equipo, si se alimentan a través de un transformador de aislamiento con un secundario no puesto a tierra de máximo 50 voltios.

250.116 Equipo no eléctrico. Las partes metálicas de equipo no eléctrico descrito en esta sección, deben estar conectados al conductor de puesta a tierra del equipo.

(1) Los bastidores y rieles de rodamiento de grúas y montacargas operados eléctricamente.

(2) Los bastidores de los ascensores no accionados eléctricamente, a los cuales están sujetos conductores eléctricos.

(3) Cables metálicos de desplazamiento operadas manualmente, o cables de ascensores eléctricos.

NOTA: Cuando una extensión considerable de metal en edificios o sobre ellas pueda llegar a ser energizada y esté expuesta a contacto personal, la unión y la puesta a tierra adecuadas brindarán seguridad adicional.

250.118 Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos, tendido con los conductores del circuito o que los encierra, debe ser uno o más de los siguientes, o su combinación:

NOTA: Con respecto a la trayectoria eficaz de corriente de falla a tierra, véase la sección 250.2 Definiciones.

(1) Un conductor de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre. Este conductor debe ser sólido o trenzado; aislado, cubierto o desnudo; en forma de un alambre o barra colectora de cualquier forma.

(2) Conduit metálico rígido.

(3) Conduit metálico intermedio.

(4) Tubería metálica eléctrica

(5) Conduit metálico flexible listado que cumpla todas las siguientes condiciones.

a. El conduit termina en accesorios listados.

b. Los conductores del circuito contenidos en el conduit están protegidos por dispositivos contra sobrecorriente con valor nominal de 20 amperios o menos.

c. La longitud combinada de conduit metálico flexible, tubería metálica flexible y conduit metálico flexible hermético a los líquidos, en la misma trayectoria de retorno a tierra, no es superior a 1.8 m (6 pies).

d. Cuando se utiliza para conectar equipos en donde se requiere flexibilidad después de la instalación, se debe instalar un conductor de puesta a tierra del equipo.

(6) Conduit metálico flexible hermético a los líquidos listado, que cumple en su totalidad las siguientes condiciones:

a. El conduit termina en accesorios listados.

b. Para designaciones métricas desde 12 hasta 16 (tamaños comerciales de 3/8 de pulgada a ½ pulgada), los conductores del circuito contenidos en el conduit están protegidos por dispositivos contra sobrecorriente con valor nominal de 20 amperios o menos.

c. Para designaciones métricas desde 21 hasta 35 (tamaños comerciales de ¾ a 1 ¼ pulgadas), los conductores del circuito contenidos en el conduit están protegidos por dispositivos de sobrecorriente con valor nominal máximo de 60 amperios, y no hay conduit metálico flexible, tubería metálica flexible ni conduit

metálico flexible hermético a los líquidos en designaciones métricas desde 12 hasta 16 (tamaños comerciales de 3/8 o ½ pulgada), en la trayectoria de puesta a tierra.

d. La longitud combinada de conduit metálico flexible, tubería metálica flexible y conduit metálico flexible hermético a los líquidos, en la misma trayectoria de retorno a tierra no es superior a 1.8 m (6 pies).

e. Cuando se utiliza para conectar equipos en donde se requiere flexibilidad después de la instalación, se debe instalar un conductor de puesta a tierra del equipo.

(7) Tubería metálica flexible que termina en accesorios listados y que cumple todas las siguientes condiciones:

a. Los conductores del circuito contenidos en la tubería están protegidos por dispositivos contra sobrecorriente con valor nominal de 20 amperios o menos.

b. La longitud combinada de conduit metálico flexible, tubería metálica flexible y conduit metálico flexible hermético a los líquidos, en la misma trayectoria de retorno a tierra, no es superior a 1.8 m (6 pies).

(8) Armadura de cable tipo AC, como se establece en la sección 320.108.

(9) La cubierta de cobre de cable con aislamiento mineral y cubierta de metal.

(10) Cable tipo MC listado e identificado para puesta a tierra de acuerdo con lo siguiente:

a. La combinación de la cubierta metálica y el conductor de puesta a tierra de cinta metálica entrelazada del cable tipo MC.

b. La cubierta metálica o la combinación de la cubierta metálica y los conductores de puesta a tierra del cable tipo MC de tubo liso o corrugado.

(11) Bandejas portacables, como se permite en las secciones 392.3 y 392.7.

(12) El armazón de ensambles de cables aisladores en *gabinete* metálica, como se permite en la sección 370.3.

(13) Otras canalizaciones metálicas listadas, continuas eléctricamente, y canaletas auxiliares certificadas.

(14) Canalizaciones metálicas superficiales listadas para puesta a tierra.

250.119 Identificación de conductores de puesta a tierra de equipos. A menos que se exija algo diferente en este Código, se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos estén desnudos, cubiertos o aislados. Los conductores de puesta a tierra de equipos, cubiertos o aislados individualmente deben tener un acabado exterior continuo de color verde o verde con una o más franjas amarillas, excepto como se permite en esa sección. Los conductores con aislamiento o cubierta individual verde, verde con una o más franjas amarillas, o identificados de otra forma permitida en esta sección no se deben usar como conductores de circuito puestos a tierra o no puestos a tierra.

Excepción: Se permitirá que los cables de circuitos de potencia limitada Clase 2 o Clase 3 que únicamente contienen circuitos que funcionan a menos de 50

voltios, usen un conductor con aislamiento verde para otros propósitos diferentes de la puesta a tierra de equipos.

(A) Conductores mayores que el 6 AWG. Los conductores de puesta a tierra de los equipos mayores que el 6 AWG deben cumplir con lo indicado en las secciones 250.119 (A) (1) y (A) (2).

(1) Se permitirá que un conductor aislado o cubierto, de calibre mayor al 6 AWG, en el momento de la instalación, se identifique en forma permanente como un conductor de puesta a tierra de equipos, en cada extremo y en todo punto en donde el conductor sea accesible.

Excepción: No se exigirá que los conductores de calibre mayor al 6 AWG estén marcados en los cuerpos de conduit que no contienen empalmes ni bujes de conexión sin utilizar.

(2) La identificación debe rodear al conductor y se debe realizar mediante uno de los siguientes métodos:

a. Remover el aislamiento o recubrimiento de toda la longitud expuesta.

b. Pintar de color verde el aislamiento o recubrimiento expuesto, en el extremo.

c. Marcar el aislamiento o recubrimiento expuesto con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde, en el extremo.

(B) Cable multiconductor. Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que solamente personal calificado prestará servicio técnico a la instalación, se permitirá que en el momento de la instalación, uno o más conductores aislados en un cable multiconductor se identifiquen permanentemente como conductores de puesta a tierra de equipos, en cada extremo, y en cada punto en donde los conductores sean accesibles, mediante uno de los siguientes métodos:

(1) Remover el aislamiento de toda la longitud expuesta.

(2) Pintar de verde el aislamiento expuesto.

(3) Marcar el aislamiento expuesto con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde.

(C) Cordón flexible. Se permitirá un conductor de puesta a tierra de equipos no aislado, pero, si está recubierto individualmente, el recubrimiento debe tener un acabado exterior continuo verde, o verde con una o más franjas amarillas.

250.120 Instalación de conductores de puesta a tierra de equipos. Un conductor de puesta a tierra de equipos se debe instalar de acuerdo con las secciones 250.120 (A), (B) y (C).

(A) Canalizaciones, bandejas portacables, armadura de cable, ensamble de cables con aislamiento en *gabinete* (cablebus) o cubiertos de cable. Cuando conste de una canalización,

bandeja portacables, armadura de cable, armazón de ensamble de cables o cubierto de cable, o cuando sea un alambre dentro de una canalización o cable, se debe instalar de acuerdo con las disposiciones aplicables en este Código, usando los accesorios para juntas y terminaciones aprobados para su uso con el tipo de canalización o cable utilizado. Todas las conexiones, juntas y accesorios deben quedar apretadas, mediante el uso de las herramientas adecuadas.

> **NOTA**: Véase la información de la guía UL sobre sistemas FHIT para conductores de puesta a tierra de equipos instalados en canalizaciones, que son parte de un sistema de protección del circuito eléctrico, o un cable con designación contra incendio listado para mantener la integridad del circuito.

(B) Conductores de aluminio y aluminio recubierto de cobre. Se permitirán los conductores de puesta a tierra de equipos, de aluminio y de aluminio recubierto de cobre desnudo o aislado. Los conductores desnudos no deben estar en contacto directo con la mampostería o la tierra ni sujetos a condiciones corrosivas. Los conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre no deben terminar a menos de 450 mm (18 pulgadas) de la tierra.

(C) Conductores de puesta a tierra del equipo de calibre inferior al 6 AWG. Los conductores de puesta a tierra del equipo de calibre inferior al 6 AWG se deben proteger del daño físico mediante una canalización o armadura de cable, excepto si van tendidos en los espacios huecos de paredes o divisiones, en donde no están expuestos al daño físico o están protegidos contra el daño físico.

250.122 Calibre de los conductores de puesta a tierra de equipos

(A) Generalidades. Los conductores de puesta a tierra de equipos, de cobre, aluminio, o aluminio recubierto de cobre, de tipo alambre, no deben ser de calibre inferior a los presentados en la Tabla 250.122, pero en ningún caso se exigirá que sean mayores que los conductores de los circuitos que alimentan el equipo. Cuando se usa una bandeja portacables, canalización, blindaje o armadura de cable como conductor de puesta a tierra de equipos, como se establece en las secciones 250.118 y 250.134 (A), debe cumplir con las secciones 250.4 (A) (5) o (B) (4).

(B) Incremento en el calibre. Cuando se incrementa el calibre de los conductores no puestos a tierra, se debe incrementar el calibre de los conductores de puesta a tierra de equipos, si están instalados, proporcionalmente al área en mils circulares de los conductores no puestos a tierra.

(C) Circuitos múltiples. Cuando un sólo conductor de puesta a tierra de equipos se tiende con circuitos múltiples en la misma canalización, cable o bandeja portacables, se debe dimensionar para el mayor dispositivo contra sobrecorriente que protege los conductores en la canalización, cable o bandeja portacables. Los conductores de puesta a tierra de equipos, instalados en bandejas portacables deben cumplir con los requisitos mínimos de la sección 392.3 (B) (1) (c).

(D) Circuitos de motor. El calibre de los conductores de puesta a tierra de equipos para circuitos de motor se debe dimensionar según (D) (1) o (D) (2).

> (1) Generalidades. El calibre del conductor de puesta a tierra de equipos no debe ser inferior al determinado en la sección 250.122 (A), con base en el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal.
>
> (2) Interruptor automático de disparo instantáneo y protección contra

cortocircuito del motor. Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente es un interruptor automático de disparo instantáneo o un protector contra cortocircuito del motor, el calibre del conductor de puesta a tierra del equipo no debe ser inferior al determinado en la sección 250.122 (A) usando el valor nominal máximo permitido del fusible de acción retardada de elemento doble, seleccionado para la protección contra falla a tierra y cortocircuito del circuito ramal, de acuerdo con la sección 430.52 (C) (1), Excepción No. 1.

(E) Cordón flexible y alambre de artefactos. El conductor de puesta a tierra de equipos en un cordón flexible con el mayor conductor del circuito de calibre 10 AWG o menor, y el conductor de puesta a tierra de equipos usado con alambres para artefactos de cualquier calibre acorde con la sección 240.5, no debe ser inferior al 18 AWG de cobre ni menor a los conductores del circuito. El conductor de puesta a tierra de equipos en un cordón flexible con un conductor de circuito superior al 10 AWG se debe dimensionar de acuerdo con la Tabla 250.122.

Tabla 250.122. Calibre mínimo de conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos

Valor nominal o ajuste de dispositivos automáticos contra sobrecorriente en circuitos antes del equipo, conduit, etc., sin exceder de (Amperios):	**Calibre (AWG o Kcmil)**	
	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre*
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	1/0
600	1	2/0
800	1/0	3/0
1,000	2/0	4/0
1,200	3/0	250
1,600	4/0	350
2,000	250	400
2,500	350	600
3,000	400	600
4,000	500	800
5,000	700	1,200
6,000	800	1,200
Nota: Cuando sea necesario cumplir con la sección 250.4 (A) (5) o (B) (4), el conductor de puesta a tierra del equipo debe ser dimensionado con un calibre mayor que el dado en esta Tabla.		
***** Véanse las restricciones de instalación en la sección 250.120.		

(F) Conductores en paralelo. Cuando los conductores están tendidos en paralelo en canalizaciones o cables múltiples, como se permite en la sección 310.4, los conductores de puesta a tierra del equipo, si se usan, se deben tender en paralelo en cada canalización o cable.

Cada conductor en paralelo de puesta a tierra del equipo se debe dimensionar con base en el valor

nominal en amperios, del dispositivo de sobrecorriente que protege los conductores del circuito en la canalización o cable, de acuerdo con la Tabla 250.122.

(G) Derivaciones del alimentador. Los conductores de puesta a tierra del equipo tendidos con derivaciones del alimentador no deben ser menores que los indicados en la Tabla 250.122, con base en el valor nominal del dispositivo de sobrecorriente delante del alimentador, pero no se exigirá que sean mayores que los conductores de derivación.

250.124 Continuidad de los conductores de puesta a tierra de equipos.

(A) Conexiones separables. Se deben proporcionar conexiones separables, como las que se suministran en equipos extraíbles o clavijas de conexión, conectores de acople y receptáculos, para que se conecte primero y se desconecte al último el conductor de puesta a tierra de equipos. No se exigirá conectar primero y desconectar de último cuando el equipo enclavado, clavijas, receptáculos y conectores impiden la energización sin continuidad de la puesta a tierra.

(B) Desconectivos. Ningún cortacircuito automático o desconectivo se debe colocar en el conductor de puesta a tierra de equipos de un sistema de alambrado de inmueble, a menos que la apertura del cortacircuito o desconectivo desconecte todas las fuentes de energía.

250.126 Identificación de los terminales de alambrado de dispositivos. El terminal para la conexión del conductor de puesta a tierra del equipo se debe identificar mediante uno de los siguientes medios:

(1) Un terminal de tornillo de color verde, no fácilmente removible, con cabeza hexagonal.

(2) Un terminal de tuerca de color verde, hexagonal, no fácilmente removible.

(3) A presión para alambre un conector de color verde. Si el terminal para el conductor de puesta a tierra no es visible, el agujero de entrada del conductor se debe marcar con las palabras verde o tierra, las letras G o GR, un símbolo de puesta a tierra, o con otra identificación mediante un color verde distintivo. Si el terminal para el conductor de puesta a tierra del equipo es fácilmente removible, el área adyacente al terminal se debe marcar en forma similar.

NOTA: Véase la NOTA Figura 250.126.

NOTA Figura 250.126. Ejemplo de un símbolo usado para identificar el punto de terminación de puesta a tierra para un conductor de puesta a tierra de equipos.

VII. Métodos de puesta a tierra del equipo.

250.130 Conexiones del conductor de puesta a tierra del equipo. Las conexiones del conductor de puesta a tierra del equipo en la fuente de sistemas derivados separadamente se deben hacer de

acuerdo con la sección 250.30 (A) (1). Las conexiones del conductor de puesta a tierra del equipo en el equipo de acometida se deben hacer como se indica en las secciones 250.130 (A) o (B). Para el reemplazo de receptáculos de tipo sin polo a tierra, con receptáculos de tipo con polo a tierra, y para extensiones de circuitos ramales solamente en las instalaciones existentes que no tienen conductor de puesta a tierra del equipo en el circuito ramal, se permitirán conexiones tal como se indica en la sección 250.130 (C).

(A) Para sistemas puestos a tierra. La conexión se debe hacer mediante la unión del conductor de puesta a tierra del equipo al conductor puesto a tierra de la acometida y al conductor del electrodo de puesta a tierra.

(B) Para sistemas no puestos a tierra. La conexión se debe hacer mediante la unión del conductor de puesta a tierra del equipo al conductor del electrodo de puesta a tierra.

(C) Reemplazo de receptáculos sin puesta a tierra o extensiones de circuitos ramales. Se permitirá que el conductor de puesta a tierra del equipo, de un receptáculo del tipo con puesta a tierra o de una extensión de un circuito ramal, esté conectado a uno de los siguientes:

(1) Cualquier punto accesible en el sistema del electrodo de puesta a tierra, como se describe en la sección 250.50.

(2) Cualquier punto accesible en el conductor del electrodo de puesta a tierra.

(3) La barra terminal de puesta a tierra del equipo, dentro del *gabinete* en donde se origina el circuito ramal para el receptáculo o el circuito ramal.

(4) Para sistemas puestos a tierra, el conductor puesto a tierra de la acometida dentro del *gabinete* del equipo de acometida.

(5) Para sistemas no puestos a tierra, la barra terminal de puesta a tierra dentro del *gabinete* del equipo de acometida.

NOTA: Véase la sección 406.3 (D) para el uso de receptáculos del tipo interruptor del circuito por falla a tierra.

250.132 Secciones cortas de canalización. Cuando se requiere poner a tierra secciones separadas de canalización metálica o armadura de cable, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra del equipo, de acuerdo con la sección 250.134.

250.134 Equipo sujetado en su lugar o conectado usando métodos de alambrado permanente (fijo) - Puesta a tierra. A menos que estén puestos a tierra mediante su conexión al conductor del circuito puesto a tierra, como se permite en las secciones 250.32, 250.140 y 250.142, las partes metálicas de equipos, canalizaciones y otros *envolventes (enclosures)*, no portadoras de corriente, si se ponen a tierra, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra del equipo mediante uno de los métodos que se indican en las secciones 250.134 (A) o (B).

(A) Tipos de conductores de puesta a tierra del equipo. Mediante conexión con cualquiera de los conductores de puesta a tierra del equipo permitidos en la sección 250.118.

(B) Con conductores de circuito. Mediante conexión con un conductor de puesta a tierra del equipo, contenido dentro de la misma canalización, cable,

o que corra con los conductores del circuito.

Excepción No. 1: Como se establece en la sección 250.130(C), se permitirá tender el conductor de puesta a tierra del equipo separadamente de los conductores del circuito.

Excepción No. 2: Para circuitos de c.c., se permitirá que corra el conductor de puesta a tierra del equipo separadamente de los conductores del circuito.

NOTA No. 1: Véanse las secciones 250.102 y 250.168 en relación con los requisitos del puente de unión del equipo.

NOTA No. 2: Véase la sección 400.7 en relación con el uso de cordones para equipo fijo.

250.136 Equipos considerados puestos a tierra. Bajo las condiciones especificadas en las secciones 250.136 (A) y (B), las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente se deben considerar puestas a tierra.

(A) Equipo sujetado a soportes metálicos puestos a tierra. Equipo eléctrico sujetado a, y en contacto eléctrico con, un bastidor o estructura metálica suministrada para su soporte y conectada a un conductor de puesta a tierra del equipo por uno de los medios indicados en la sección 250.134. Para un equipo de c.a. no se debe usar el armazón metálico estructural de un edificio, como el conductor exigido de puesta a tierra del equipo.

(B) Bastidor de carros metálicos. El bastidor de carros metálicos, sostenidos por cables metálicos de izar, unidos a o corriendo sobre poleas o cilindros metálicos de máquinas elevadoras, que están conectados a un conductor de puesta a tierra del equipo por uno de los métodos indicados en la sección 250.134.

250.138 Equipo conectado con cordón y clavija. Las partes metálicas no portadoras de corriente del equipo conectado con cordón y clavija, si se ponen a tierra, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra del equipo mediante uno de los métodos indicados en las secciones 250.138 (A) o (B).

(A) Por medio de un conductor de puesta a tierra del equipo. Por medio de un conductor de puesta a tierra del equipo tendido con los conductores de alimentación de potencia en un ensamble de cables o cordón flexible, terminado apropiadamente en una clavija de conexión de tipo con polo a tierra, con un contacto fijo de puesta a tierra.

Excepción: Se permitirá que el polo de contacto de puesta a tierra de los interruptores de circuito por falla a tierra de tipo enchufable, sea de tipo móvil y de reposición automática, en circuitos que operan máximo a 150 voltios entre dos conductores cualesquiera, o a más de 150 voltios entre cualquier conductor y tierra.

(B) Por medio de un alambre o cinta flexible separada. Por medio de un alambre o cinta flexible separada, aislada o desnuda, conectada a un conductor de puesta a tierra del equipo y protegida tanto como sea práctico contra el daño físico, si es parte del equipo.

250.140 Bastidores de estufas y secadoras de ropa. Los bastidores de estufas eléctricas, hornos

empotrados en la pared, parrillas de cocción montadas en mesón, secadoras de ropa y cajas de salida o de empalmes, que son parte del circuito de estos electrodomésticos, se deben conectar al conductor de puesta a tierra del equipo de la manera especificada en la sección 250.134 ó 250.138.

Excepción: Únicamente para instalaciones de circuitos ramales existentes cuando no esté presente un conductor de puesta a tierra del equipo en las cajas de salida o de empalmes, se permitirá que los bastidores de estufas eléctricas, hornos empotrados en la pared, parrillas de cocción montadas en mesón, secadoras de ropa y cajas de salida o de empalmes, que son parte del circuito de estos electrodomésticos, se conecten al conductor puesto a tierra del circuito, si se cumplen en su totalidad las siguientes condiciones:

(1) El circuito de alimentación es de 120/240 voltios, monofásico, trifilar; o 208Y/120 voltios, derivado de un sistema trifásico tetrafilar conectado en estrella.

(2) El conductor puesto a tierra no es menor que el 10 AWG de cobre, o el 8 AWG de aluminio.

(3) El conductor puesto a tierra está aislado, o el conductor puesto a tierra no está aislado y es parte del cable tipo SE de entrada de la acometida, y el circuito ramal se origina en el equipo de acometida.

(4) Los contactos de puesta a tierra de los receptáculos suministrados como parte del equipo están unidos al equipo.

250.142 Uso del conductor puesto a tierra del circuito para puesta a tierra de equipos.

(A) Equipo del lado de alimentación. Se permitirá que un conductor puesto a tierra del circuito conecte a tierra partes metálicas del equipo, canalizaciones y otros *envolventes (enclosures)* no portadores de corriente, en cualquiera de los siguientes lugares:

(1) En el lado de alimentación o dentro del *gabinete* del medio de desconexión de la acometida de c.a.

(2) En el lado de alimentación, o dentro del *gabinete* del medio de desconexión principal para edificios separados, como se establece en la Sección 250.32 (B).(3) En el lado de alimentación o dentro del *gabinete* del medio de desconexión principal o de los dispositivos contra sobrecorriente de un sistema derivado separadamente, donde se permite en la sección 250.30 (A) (1).

(B) Equipo del lado de carga. Excepto como se permite en las secciones 250.30 (A) (1) y 250.32 (B), un conductor puesto a tierra del circuito no se debe usar para poner a tierra partes metálicas de equipo no portadoras de corriente, en el lado de carga del medio de desconexión de la acometida, o en el lado de carga de un medio de desconexión de un sistema derivado separadamente o los dispositivos contra sobrecorriente para un sistema derivado separadamente que no posee un medio de desconexión principal.

Excepción No. 1: Se permitirá que los bastidores de estufas, hornos empotrados en la pared, parrillas de cocción montadas en mesones y

secadoras de ropa, bajo las condiciones permitidas en la sección 250.140 para las instalaciones existentes, se conecten al conductor puesto a tierra del circuito.

Excepción No. 2: Se permitirá poner a tierra gabinete de medidores mediante su conexión al conductor puesto a tierra del circuito, en el lado de carga del desconectivo de la acometida, si se cumplen todas las siguientes condiciones:

(1) No se instala protección contra fallas a tierra en la acometida.

(2) Todos los envolventes (enclosures) de medidores están localizados inmediatamente adyacentes al medio de desconexión de la acometida.

(3) El calibre del conductor puesto a tierra del circuito no es inferior al especificado en la Tabla 250.122 para conductores de puesta a tierra del equipo.

Excepción No.3: Se permitirá que los sistemas de corriente continua estén puestos a tierra en el lado de carga del medio de desconexión o del dispositivo de protección contra sobrecorriente, según la sección 250.164.

Excepción No. 4: Las calderas tipo de electrodo que funcionan a más de 600 voltios se deben poner a tierra según se exige en las secciones 490.72 (E) (1) y 490.74.

250.144 Conexiones de circuitos múltiples. Cuando el equipo está puesto a tierra, y es alimentado por conexiones separadas a más de un circuito o sistema de alambrado puesto a tierra del inmueble, se debe suministrar una terminación para el conductor de puesta a tierra del equipo para cada una de estas conexiones, como se especifica en las secciones 250.134 y 250.138.

250.146 Conexión del terminal de puesta a tierra del receptáculo a la caja. Se debe usar un puente de unión del equipo para conectar el terminal de puesta a tierra de un receptáculo de tipo con polo a tierra a una caja puesta a tierra, a menos que esta conexión se haga como se especifica en las secciones 250.146 (A) hasta (D). El puente de unión debe estar dimensionado según la Tabla 250.122, con base en el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege a los conductores del circuito.

(A) Caja montada en la superficie. Cuando la caja está montada en la superficie, se permitirá el contacto directo metal con metal entre el yugo del dispositivo y la caja, o un contacto del yugo o dispositivo, que cumpla lo indicado en la sección 250.146(B) para poner a tierra el receptáculo a la caja. Se debe retirar por lo menos una de las arandelas aislantes del receptáculo, que no tenga un contacto del yugo o dispositivo que cumpla lo indicado en la sección 250.146(B), para garantizar el contacto directo metal con metal. Esta disposición no se aplica a receptáculos de montaje en la tapa, a menos que la combinación caja y tapa esté listada para brindar una continuidad satisfactoria a tierra entre la caja y el receptáculo. Se debe permitir que una tapa de trabajo, expuesta y listada se use como medio de puesta a tierra y de unión cuando (1) el dispositivo está fijo a la tapa con por lo menos dos sujetadores, que sean permanentes (por ejemplo un remache) o que tenga un medio de bloqueo roscado o de tornillo y (2) cuando los orificios de montaje de la tapa están en una parte plana, no elevada de la tapa.

(B) Dispositivos de contacto o yugos. Se permitirán dispositivos de contacto o yugos diseñados y listados, junto con los tornillos de soporte, para establecer el circuito de puesta a tierra entre el yugo del dispositivo y las cajas de tipo empotrado.

(C) Cajas de piso. Se permitirá el uso de cajas de piso diseñadas y listadas para brindar una continuidad satisfactoria a tierra entre la caja y el dispositivo.

(D) Receptáculos separados. Cuando se instalen para reducir el ruido eléctrico (interferencia electromagnética) en el circuito de puesta a tierra, se permitirá un receptáculo en el cual el terminal de puesta a tierra esté aislado deliberadamente del medio de montaje del receptáculo. El terminal de puesta a tierra del receptáculo se debe conectar a un conductor aislado de puesta a tierra del equipo, tendido con los conductores del circuito. Se permitirá que este conductor de puesta a tierra del equipo pase a través de uno o más paneles de distribución sin una conexión a la barra terminal de puesta a tierra del panel de distribución, como se permite en la sección 408.40, así como terminar dentro del mismo edificio o estructura, directamente en el terminal del conductor de puesta a tierra del equipo del sistema derivado o acometida aplicable. Cuando se instala según las disposiciones de esta sección, también se permitirá que este conductor de puesta a tierra del equipo pase a través de cajas, canalizaciones u otros *envolventes (enclosures)* sin ser conectado a tales *envolventes (enclosures)*.

> **NOTA**: El uso de un conductor separado de puesta a tierra del equipo no reemplaza el requisito de puesta a tierra del sistema de canalización y de la caja de salida.

250.148 Continuidad y fijación de los conductores de puesta a tierra del equipo a las cajas. Cuando los conductores del circuito están empalmados dentro de una caja o terminan en un equipo dentro o soportado por una caja, todo conductor de puesta a tierra del equipo asociado con esos conductores del circuito, se deben conectar dentro de la caja o a la caja con los dispositivos adecuados para el uso, según las secciones 250.148 (A) hasta (E).

> *Excepción: No se exigirá que el conductor de puesta a tierra del equipo, permitido en la sección 250.146 (D), esté conectado a otros conductores de puesta a tierra del equipo ni a la caja.*

(A) Conexiones. Las conexiones y los empalmes se deben hacer según la sección 110.14 (B), excepto que no se exigirá aislamiento.

(B) Continuidad de la puesta a tierra. La organización de las conexiones de puesta a tierra debe ser tal que la desconexión o el retiro de un receptáculo, una luminaria u otro dispositivo alimentado desde la caja, no interfiera ni interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

(C) Cajas metálicas. Se debe hacer una conexión entre uno o más de los conductores de puesta a tierra del equipo y la caja metálica, por medio de un tornillo de puesta a tierra que no se debe usar para ningún otro propósito, un equipo listado para puesta a tierra, o un dispositivo de puesta a tierra listado.

(D) Cajas no metálicas. Uno o más conductores de puesta a tierra del equipo que llegan dentro de una caja no metálica de salida se deben organizar de forma que se pueda hacer una conexión a cualquier accesorio o dispositivo que requiera puesta a tierra en esa caja.

(E) Soldadura. No se deben utilizar conexiones que dependan exclusivamente de la soldadura blanda.

VIII. Sistemas de corriente continua.

250.160 Generalidades. Los sistemas de corriente continua deben cumplir con la parte VIII y las otras secciones del Artículo 250 no destinadas específicamente para sistemas de c.a.

250.162 Circuitos y sistemas de corriente continua que deben ser puestos a tierra. Los circuitos y sistemas de corriente continua deben ser puestos a tierra como se establece en las secciones 250.162 (A) y (B).

(A) Sistemas bifilares de corriente continua. Debe ser puesto a tierra un sistema de c.c. bifilar que alimenta el alambrado del inmueble y que opera a una tensión superior a 50 voltios, pero no mayor de 300 voltios.

> *Excepción No.1: No se exigirá ser puesto a tierra un sistema equipado con un detector de tierra, que alimenta solamente equipo industrial en áreas limitadas.*
>
> *Excepción No. 2: No se exigirá poner a tierra un sistema de c.c. derivado de un rectificador alimentado desde un sistema de c.a que cumple con la sección 250.20.*
>
> *Excepción No. 3: No se exigirá ser puestos a tierra circuitos de alarma contra incendios de corriente continua que posean una corriente máxima de 0.030 amperios, como se especifica en el Artículo 760, Parte III.*

(B) Sistemas trifilares de corriente continua. Debe ser puesto a tierra el conductor del neutro de todos los sistemas trifilares de c.c. que alimentan el alambrado del inmueble.

250.164 Punto de conexión para sistemas de corriente continua.

(A) Fuente de alimentación fuera del inmueble. Los sistemas de corriente continua que deben ser puestos a tierra y alimentar desde una fuente fuera del inmueble deben tener la conexión de puesta a tierra en una o más estaciones de alimentación. No se debe hacer una conexión de puesta a tierra en acometidas individuales ni en ningún punto del alambrado del inmueble.

(B) Fuente de alimentación en el inmueble. Si la fuente de alimentación del sistema de c.c. está localizada en el inmueble, se debe hacer una conexión de puesta a tierra en uno de los siguientes:

> (1) La fuente de alimentación.
>
> (2) El primer medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente del sistema.
>
> (3) Por otro medio que brinde una protección del sistema equivalente y utilice equipo listado e identificado para ese uso.

250.166 Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente continua. El calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra para un sistema de c.c debe ser como se especifica en las secciones 250.166 (A) y (B), excepto lo permitido en las secciones 250.166 (C) hasta (E).

(A) No menor que el conductor del neutro. Si el sistema de c.c consta de un conjunta compensador trifilar o de un devanado compensador con protección de sobrecorriente, como se

establece en la Sección 445.12 (D), el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser menor que el conductor del neutro, ni menor que el 8 AWG de cobre, o el 6 AWG de aluminio.

(B) No menor que el conductor más grande. Si el sistema de c.c es diferente al de la sección 250.166(A), el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser menor que el conductor más grande alimentado por el sistema, y no menor que el 8 AWG de cobre, o el 6 AWG de aluminio.

(C) Conectado a electrodos de varilla, tubo o placa. Si está conectado a electrodos de varilla, tubo o placa, como se establece en la sección 250.52 (A) (5) o (A) (7), no se exigirá que esa porción de conductor del electrodo de puesta a tierra que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra, sea más grande que un alambre 6 AWG de cobre o uno 4 AWG de aluminio.

(D) Conectado a un electrodo encerrado en concreto. Si está conectado a un electrodo encerrado en concreto, como se establece en la sección 250.52 (A) (3), no se exigirá que esa porción del conductor del electrodo de puesta a tierra, que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra, sea más grande que un alambre 4 AWG de cobre.

(E) Conectado a un anillo de puesta a tierra. Si está conectado a un anillo de puesta a tierra, como se establece en la Sección 250.52 (A) (4), no se exigirá que esa porción del conductor del electrodo de puesta a tierra que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra sea más grande que el conductor usado para el anillo de puesta a tierra.

250.168 Puente de unión del sistema de corriente continua. Para sistemas de corriente continua que deben ser puestos a tierra, se debe usar un puente de unión sin empalmes para conectar el(los) conductor(es) de puesta a tierra del equipo al conductor puesto a atierra en la fuente o en el primer medio de desconexión del sistema, donde el sistema está puesto a tierra. El calibre del puente de unión no debe ser más pequeño que el conductor del electrodo de puesta a tierra del sistema, especificado en la sección 250.166 y debe cumplir con las disposiciones de las secciones 250.28(A), (B) y (C).

250.169 Sistemas derivados separadamente de corriente continua no puestos a tierra. Excepto que se permita algo diferente en la sección 250.34 para generadores portátiles y montados en vehículos, un sistema derivado separadamente de c.c. no puesto a tierra, alimentado de una fuente de potencia autosuficiente (como por ejemplo un grupo moto-generador), debe tener un conductor del electrodo de puesta a tierra conectado a un electrodo que cumpla con la parte III de este artículo, para proporcionar la puesta a tierra de *envolventes (enclosures)* metálicos, canalizaciones, cables, y partes metálicas de equipo expuestas no portadoras de corriente del equipo. La conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra se debe hacer al *gabinete* metálico, en cualquier punto en el sistema derivado separadamente, desde la fuente hasta el primer medio de desconexión o dispositivo de protección contra sobrecorriente, o se debe hacer en la fuente de un sistema derivado separadamente que no tiene medio de desconexión ni dispositivo de protección contra sobrecorriente.

El calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar de acuerdo con la sección 250.166.

IX. Instrumentos, medidores y relés

250.170. Circuitos del transformador para instrumentos. Los circuitos del secundario de los transformadores de corriente y de potencial para instrumentos deben ser puestos a tierra si los

devanados del primario están conectados a circuitos de 300 voltios o más a tierra, y si están en tableros de distribución, deben ser puestos a tierra, independientemente de la tensión.

Excepción No. 1: Los circuitos en los cuales los devanados del primario están conectados a circuitos de menos de 1,000 voltios sin partes energizadas ni alambrado expuesto o accesible a personal no calificado.

Excepción No. 2: No se exigirá ser puestos a tierra los secundarios de transformadores de corriente conectados en configuración delta trifásica.

250.172 Carcasas de transformadores para instrumentos. Las carcasas o bastidores de los transformadores para instrumentos se deben conectar al conductor de puesta a tierra del equipo, cuando sean accesibles a personal no calificado.

Excepción: Las carcasas o bastidores de los transformadores de corriente cuyos primarios no están a más de 150 voltios a tierra, y que se usen exclusivamente para alimentar corriente a los medidores.

250.174 Carcasas de instrumentos, medidores y relés que operan a menos de 1,000 voltios. Los instrumentos, medidores y relés que operan con sus devanados o partes activas a me nos de 1000 voltios, se deben conectar al conductor de puesta a tierra del equipo, tal como se especifica en las secciones
250.174 (A), (B) o (C).

(A) No localizados en tableros de distribución. Los instrumentos, medidores y relés no localizados en tableros de distribución, que operan con devanados o partes activas a 300 voltios o más a tierra, y accesibles a personal no calificado, deben tener sus carcasas y otras partes metálicas expuestas conectadas al conductor de puesta a tierra del equipo.

(B) En tableros de distribución de frente muerto. Los instrumentos, medidores y relés (operados desde transformadores de corriente y de potencial o conectados directamente en el circuito), en tableros de distribución que no tienen partes vivas en el frente de los paneles, deben tener las carcasas conectadas al conductor de puesta a tierra del equipo.

(C) En tableros de distribución de frente vivo. Los instrumentos, medidores y relés (operados desde transformadores de corriente y de potencial o conectados directamente en el circuito), en tableros de distribución que tienen partes vivas expuestas al frente de los paneles, no deben tener las carcasas conectadas al conductor de puesta a tierra del equipo. Se deben proporcionar tapetes de goma aislante, u otro aislamiento de piso adecuado, al operador si la tensión a tierra es superior a 150 V.

250.176 Carcasas de instrumentos, medidores y relés -Tensión de operación de 1 kV y mayor. Si los instrumentos, medidores y relés tienen partes portadoras de corriente de 1 kV y mayor a tierra, se deben separar mediante altura o proteger con barreras adecuadas, metal puesto a tierra o cubiertas o resguardos aislantes. Sus carcasas no se deben conectar al conductor de puesta a tierra del equipo.

Excepción: Las carcasas de detectores electrostáticos de tierra, en las cuales los segmentos de tierra internos del instrumento están conectados a la carcasa del instrumento y puestas a tierra, y el detector de tierra está separado mediante altura.

250.178 Conductor de puesta a tierra del instrumento. El conductor de puesta a tierra del

equipo para los circuitos del secundario de los transformadores para instrumentos y para carcasas de instrumentos no debe ser menor que el 12 AWG de cobre, o el 10 AWG de aluminio. Las carcasas de transformadores para instrumentos, instrumentos, medidores y relés que están montados directamente en superficies o *envolventes (enclosures)* de metal puestos a tierra, o paneles metálicos de tableros de distribución puestos a tierra, se deben considerar como puestos a tierra, y no se exigirá ningún conductor adicional de puesta a tierra del equipo.

X. Puesta a tierra de sistemas y circuitos de 1 KV y mayores (alta tensión)

250.180 Generalidades. Cuando los sistemas de alta tensión están puestos a tierra, deben cumplir con todas las disposiciones aplicables de las secciones anteriores a este Artículo, y con las secciones 250.182 a 250.190, las cuales complementan y modifican las secciones precedentes.

250.182 Sistemas con neutro derivado. Se permitirá el uso del punto neutro de un sistema derivado desde un transformador de puesta a tierra, para la puesta a tierra de sistemas de alta tensión.

250.184 Sistemas con neutro puesto a tierra sólidamente. Se permitirá que los sistemas con neutro sólidamente puesto a tierra tengan un solo punto de puesta a tierra o múltiples puntos de puesta a tierra.

(A) Conductor del neutro.

(1) Nivel de aislamiento. El nivel mínimo de aislamiento para los conductores del neutro de sistemas puestos a tierra sólidamente debe ser 600 voltios.

Excepción No. 1: Se permitirá el uso de conductores de cobre desnudos para el conductor neutro de los siguientes:

(1) Conductores de entrada de la acometida.

(2) Acometidas laterales.

(3) Porciones de alimentadores enterrados directamente.

Excepción No. 2: Se permitirán conductores desnudos para el conductor neutro de porciones aéreas instaladas en el exterior.

Excepción No. 3: Se permitirá que el conductor neutro puesto a tierra sea un conductor desnudo, si está separado de los conductores de fase y protegido contra el daño físico.

NOTA: Véase la sección 225.4 para cubiertas de conductores, si están a menos de 3.0 m (10 pies) de cualquier edificio u otra estructura.

(2) Ampacidad. El conductor neutro debe tener suficiente ampacidad para la carga impuesta en el conductor, pero no inferior a 33 1/3% de la ampacidad de los conductores de fase.

Excepción: En instalaciones industriales y comerciales bajo supervisión de ingeniería, se debe permitir determinar el valor de la ampacidad del conductor neutro a no menos de 20% de la ampacidad del conductor de fase.

(B) Sistema con neutro puesto a tierra en un solo punto.

Cuando se usa un sistema neutro puesto a tierra en un solo punto, se deben aplicar las siguientes condiciones:

(1) Se permitirá que un sistema con neutro puesto a tierra en un solo punto sea alimentado desde (a) o (b):

a. Un sistema derivado separadamente.

b. Un sistema de neutro con múltiples puestas a tierra, tierra que tenga un conductor de puesta a tierra del equipo conectado al conductor neutro con múltiples puestas a tierra en la fuente del sistema del neutro puesto a tierra en un solo punto.

(2) Se debe suministrar un electrodo de puesta a tierra para el sistema.

(3) Un conductor del electrodo de puesta a tierra debe conectar el electrodo de puesta a tierra al conductor neutro del sistema.

(4) Un puente de unión debe conectar el conductor de puesta a tierra del equipo al conductor del electrodo de puesta a tierra.

(5) Se debe suministrar un conductor de puesta a tierra del equipo en cada edificio, estructura y *gabinete* del equipo.

(6) Sólo se exigirá un conductor neutro cuando se alimentan cargas de fase a neutro.

(7) El conductor neutro, cuando se proporciona, debe estar aislado y separado de la tierra, excepto en un lugar.

(8) Un conductor de puesta a tierra del equipo se debe tender con los conductores de fase y debe cumplir con lo que se indica en los literales (a), (b) y (c):

a. No debe transportar carga de forma continua. b. Puede estar desnudo o aislado.

c. Debe tener suficiente ampacidad para la conducción con corriente de falla.

(C) Sistemas de neutro con múltiples puestas a tierra. Cuando se usa un sistema de neutro con múltiples puestas a tierra, se deben aplicar las siguientes condiciones:

(1) Se permitirá que el conductor neutro de un sistema neutro puesto a tierra sólidamente esté puesto a tierra en más de un punto. La puesta a tierra se permitirá en una o más de las siguientes ubicaciones:

a. Transformadores que alimentan conductores a un edificio u otra estructura.

b. Circuitos subterráneos cuando el conductor neutro está expuesto.

c. Circuitos aéreos instalados en exteriores.

(2) El conductor neutro con múltiples puestas a tierra debe estar puesto a tierra

en cada transformador y en otras ubicaciones adicionales por medio de su conexión a un electrodo de puesta a tierra.

(3) Se debe instalar por lo menos un electrodo de puesta a tierra y conectarlo al conductor neutro con múltiples puestas a tierra cada 400 m (1 300 pies).

(4) La distancia máxima entre cualquier par de electrodos adyacentes no debe superar los 400 m (1 300 pies).

(5) En un sistema de cable armado con múltiples puestas a tierra, la armadura debe estar puesto a tierra en cada unión de cable que esté expuesta al contacto con personas.

250.186 Sistemas con neutro puesto a tierra con impedancia. Se permitirán sistemas con neutro puesto a tierra por medio de una impedancia, en los cuales una impedancia de puesta a tierra, usualmente una resistencia, limita la corriente de falla a tierra cuando se cumplen todas las siguientes condiciones:

(1) Las condiciones de mantenimiento y supervisión garantizan que sólo personas calificadas atenderán la instalación.

(2) Hay detectores a tierra instalados en el sistema.

(3) No se alimentan cargas de línea a neutro.

Los sistemas con neutro puesto a tierra con impedancia deben cumplir las disposiciones de las secciones 250.186 (A) hasta (D).

(A) Ubicación. La impedancia de puesta a tierra se debe insertar en el conductor de puesta a tierra entre el electrodo de puesta a tierra del sistema de alimentación y el punto neutro del transformador o generador de alimentación.

(B) Identificación y aislamiento. El conductor del neutro de un sistema con neutro puesto a tierra con impedancia, se debe identificar y aislar completamente con el mismo aislamiento de los conductores de fase.

(C) Conexión del conductor neutro del sistema. El conductor neutro del sistema no se debe conectar a tierra, excepto a través de la impedancia de puesta a tierra del neutro.

(D) Conductores de puesta a tierra del equipo. Se permitirá que los conductores de puesta a tierra del equipo estén desnudos, y se deben conectar eléctricamente a la barra conductora de tierra y al conductor del electrodo de puesta a tierra.

250.188 Puesta a tierra de sistemas que alimentan equipo portátil o móvil. Los sistemas que alimentan equipo de alta tensión portátil o móvil, diferente de subestaciones instaladas temporalmente, deben cumplir con las secciones 250.188 (A) hasta (F).

(A) Equipo portátil o móvil. El equipo de alta tensión portátil o móvil se debe alimentar de un sistema que tiene su conductor neutro puesto a tierra a través de

una impedancia. Cuando se usa un sistema de alta tensión conectado en delta para alimentar al equipo móvil o portátil, se debe derivar un punto neutro del sistema y un conductor neutro asociado.

(B) Partes metálicas expuestas no portadoras de corriente. Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente, del equipo portátil o móvil, se deben conectar mediante un conductor de puesta a tierra del equipo al punto en el cual la impedancia del neutro del sistema es puesta a tierra.

(C) Corriente de falla a tierra. La tensión desarrollada entre el bastidor del equipo móvil o portátil y la tierra, por el flujo de la máxima corriente de falla a tierra, no debe ser superior a 100 voltios.

(D) Detección de fallas a tierra y protección con relés. Se debe proporcionar detección de fallas a tierra y protección con relés para desenergizar automáticamente cualquier componente del sistema de alta tensión que haya desarrollado una falla a tierra. La continuidad del conductor de puesta a tierra del equipo se debe supervisar continuamente con el fin de desenergizar automáticamente el circuito de alta tensión al equipo portátil o móvil con la pérdida de continuidad del conductor de puesta a tierra del equipo.

(E) Separación. El electrodo de puesta a tierra al cual está conectada la impedancia del neutro del sistema del equipo portátil o móvil, se debe aislar y separar en la tierra, por lo menos 6.0 m (20 pies) de cualquier otro electrodo o sistema de puesta a tierra del equipo, y no debe haber conexión directa entre los electrodos de puesta a tierra, tales como tubos enterrados, cercas, etc.

(F) Cable móvil y acopladores. Los cables móviles y acopladores de alta tensión para interconexión de equipo portátil o móvil deben cumplir los requisitos de la parte III del Artículo 400 para cables, y la sección 490.55, para acopladores.

250.190 Puesta a tierra del equipo. Se deben poner a tierra todas las partes metálicas no portadoras de corriente, del equipo fijo, portátil y móvil, y de cercas, alojamientos y *envolventes (enclosures)* asociados, así como de las estructuras de soporte.

Excepción: Cuando están separadas de la tierra y localizadas para impedir que cualquier persona que puede hacer contacto con la tierra tenga contacto con estas partes metálicas cuando el equipo está energizado.

Los conductores de puesta a tierra del equipo que no son parte integral de un ensamble de cables no deben ser inferiores al 6 AWG de cobre o al 4 AWG de aluminio.

NOTA: Véase la sección 250.110, Excepción No. 2, relativa a aparatos de distribución montados en postes.

ARTÍCULO 280
Pararrayos de más de 1 kV

I. Generalidades

280.1 Alcance. Este artículo comprende los requisitos generales, los requisitos de instalación y los requisitos de conexión para pararrayos instalados en sistemas de más de 1 kV de alambrado de inmuebles.

280.2 Usos no permitidos. No se debe instalar un pararrayos (disipador de sobretensiones) cuando el valor nominal del pararrayos es inferior a la máxima tensión continua disponible de fase a tierra a frecuencia del sistema en el punto de aplicación.

280.3 Número exigido. Cuando se usa en un punto de un circuito, se debe conectar un pararrayos a cada conductor no puesto a tierra. Se permitirá que una instalación individual de estos pararrayos proteja varios circuitos interconectados, siempre y cuando ningún circuito quede expuesto a sobretensiones transitorias mientras está desconectado del pararrayos.

280.4 Selección del pararrayos. Los pararrayos deben cumplir con las secciones 280.4 (A) y (B).

(A) Capacidad nominal. El valor nominal del pararrayos debe ser igual o superior a la máxima tensión continua de funcionamiento disponible en el punto de aplicación.

(1) Sistemas puestos a tierra sólidamente. La máxima tensión continua de funcionamiento debe ser la tensión de fase a tierra del sistema.

(2) Impedancia o sistema no puesto a tierra. La máxima tensión continua de funcionamiento debe ser la tensión de fase a fase del sistema.

(B) Tipos de carburo de silicio. El valor nominal de un pararrayos (disipador de sobretensiones) de tipo de carburo de silicio no debe ser inferior al 125% del valor nominal que se especifica en la sección 280.4(A).

Nota No.1: Para mayor información sobre pararrayos, véanse los documentos: Standard for Metal-Oxide Surge Arresters for Alternating-Current Power Circuits (>1 kV), ANSI/IEEE C62.11-2005; y Guide for the Application of Metal-Oxide Surge Arresters for Alternating-Current Systems, ANSI/IEEE C62.22-1987.

Nota No. 2: La selección de un pararrayos de óxido metálico con valor nominal adecuado se basa en consideraciones de la tensión máxima continua de operación y de la magnitud y duración de las sobretensiones en la ubicación en que se encuentra el pararrayos, cuando se ve afectado por fallas de fase a tierra, técnicas de puesta a tierra del sistema, sobretensiones transitorias por desconexión y otras causas. Véanse las reglas de aplicación del fabricante para la selección del pararrayos específico a ser usado en un sitio particular.

Artículo 280.
Pararrayos de más de 1 kV

280.5 Listado. Un pararrayos debe ser un dispositivo listado.

II. Instalación

280.11 Ubicación. Se permitirá que los pararrayos estén ubicados en el interior o el exterior. Y deben estar inaccesibles para personas no calificadas, a menos que estén listados para instalación en sitios accesibles.

280.12 Direccionamiento de los conductores de puesta a tierra del pararrayos. El conductor usado para conectar el pararrayos a la línea, la barra conductora o el equipo y a un punto de conexión del conductor de puesta a tierra tal como se indica en la sección 280.21 no debe tener una longitud mayor de la necesaria y se deben evitar los dobleces innecesarios.

III. Conexión de los pararrayos

280.21 Conexión. El conductor de puesta a tierra del pararrayos debe estar conectado a uno de los siguientes elementos:

(1) Al conductor de la acometida puesto a tierra.

(2) Al conductor del electrodo de puesta a tierra.

(3) Al electrodo de puesta a tierra de la acometida.

(4) Al terminal de puesta a tierra del equipo en el equipo de acometida.

280.23 Conductores de los pararrayos. El conductor entre el pararrayos y la línea y entre el pararrayos y la conexión de puesta a tierra no debe ser inferior al 6 AWG de cobre o aluminio.

280-24 Interconexiones. El conductor de puesta a tierra de un pararrayos, que protege un transformador que alimenta un sistema de distribución secundario, se debe interconectar como se especifica en las secciones 280.24 (A), (B) o (C).

(A) Interconexiones metálicas. Se debe hacer una interconexión metálica con el conductor puesto a tierra del circuito secundario o el conductor de puesta a tierra del circuito secundario, siempre que, además de la conexión de puesta a tierra directa en el pararrayos, ocurra lo siguiente:

(1) Conexión adicional de puesta a tierra. El conductor puesto a tierra del secundario tiene en otra parte una conexión de puesta a tierra con un sistema subterráneo de tubería metálica continua para agua. En áreas de tubería urbana para agua donde hay por lo menos cuatro conexiones con tuberías de agua en el conductor neutro y no menos de cuatro de estas conexiones por cada 1600 m (milla) de conductor neutro, se permitirá hacer la interconexión metálica con el conductor neutro del secundario, sin tener que hacer la conexión directa de puesta a tierra en el pararrayos.

(2) Conexión del sistema con neutro con múltiples puestos a tierra. El conductor puesto a tierra del sistema del secundario forma parte de un sistema de neutro con múltiples puestos a tierra o un alambre estático del cual el conductor neutro del primario o el alambre estático tiene por lo menos cuatro

conexiones de puesta a tierra en cada 1600 m (milla) de línea, además de la conexión de puesta a tierra de cada acometida.

(B) A través de un descargador o dispositivo. Cuando el conductor de puesta a tierra del pararrayos no esté conectado como se establece en la sección 280.24 (A), o cuando el secundario no esté puesto a tierra como se indicó en 280.24(A), pero esta puesto a tierra como se indica en la sección 250.52, se debe hacer una interconexión a través de un descargador u otro dispositivo listado, como se exige en las secciones (B) (1) o (B) (2):

(1) Sistemas con primario no puesto a tierra o con una vez puesto a tierra. Para estos sistemas, el explosor u otro dispositivo certificado debe tener una tensión de ruptura a 60 Hz como mínimo del doble de la tensión del circuito primario, pero no necesariamente más de 10 kV, y debe haber como mínimo otra puesta a tierra en el conductor puesto a tierra del secundario, a una distancia no menor de 6.0 m (20 pies) del electrodo de puesta a tierra del pararrayos.

(2) Sistemas con neutro del primario con múltiples puestos a tierra. En estos sistemas, el explosor u otro dispositivo listado debe tener una tensión de ruptura a 60 Hz no superior a 3 kV, y debe haber como mínimo otra puesta a tierra en el conductor puesto a tierra del secundario a una distancia no inferior a 6.0 m (20 pies) del electrodo de puesta a tierra del pararrayos.

(C) Con permiso especial. Cualquier interconexión entre la tierra del pararrayos y el conductor neutro del secundario, diferente de las indicadas en 280.24(A) o (B), sólo se permitirá mediante permiso especial.

280.25 Puesta a tierra de las conexiones y envolventes del conductor. Excepto lo indicado en este artículo, las conexiones del conductor de puesta a tierra de los pararrayos se deben hacer como se especifica en el Artículo 250, partes III y X. Los conductores de puesta a tierra, instalados en envolventes metálicos deben cumplir lo establecido en la sección 250.64 (E).

ARTÍCULO 285

Dispositivos de protección contra sobretensiones (SPDs) de 1 kV o menos

I. Generalidades

285.1 Alcance. Este artículo trata de los requisitos generales, los requisitos de instalación y los requisitos de conexión para SPDs [pararrayos y disipadores de sobretensiones transitorias (TVSSs)] instalados permanentemente en sistemas de 1 kV o menos de alambrado de inmuebles.

> **Nota** No. 1: Los pararrayos de menos de 1 kV también se conocen como SPDs Tipo 1.
>
> **Nota** No. 2: Los supresores de sobretensiones transitorias (TVSSs) también se conocen como SPDs Tipo 2 y Tipo 3.

285.3 Usos no permitidos. No se debe instalar un dispositivo SPD (pararrayos o un TVSS) en los siguientes lugares:

(1) Circuitos que excedan 1 kV.

(2) En sistemas no puestos a tierra, sistemas puestos a tierra con impedancia ni sistemas en delta con una esquina puesta a tierra, a menos que estén listados específicamente para el uso en estos sistemas.

(3) Cuando el valor nominal del SPD (pararrayos o un TVSS) es inferior a la máxima tensión continua disponible de fase a tierra a frecuencia industrial en el punto de aplicación.

> **Nota**: Para mayor información sobre los SPDs (TVSSs), véase el documento Standard for Low Voltage Surge Supression Devices, NEMA LS 1-1992. La selección de un SPD (TVSS) con valor nominal adecuado se basa en criterios como la máxima tensión continua de funcionamiento, la magnitud y duración de las sobretensiones en la ubicación en que se encuentra el supresor, cuando se ve afectado por fallas de fase a tierra, técnicas de puesta a tierra del sistema y sobretensiones transitorias por desconexión.

285.4 Número exigido. Cuando se usa en un punto en un circuito, el SPD (pararrayos o TVSS) se debe conectar a cada conductor no puesto a tierra.

285. 5 Listado. Un SPD (pararrayos o TVSS) debe ser un dispositivo listado.

285.6 Valor nominal de corriente de cortocircuito. El SPD (pararrayos o TVSS) se debe marcar con un valor nominal de corriente de cortocircuito, y no se debe instalar en un punto en el sistema donde la corriente de falla disponible supera dicho valor nominal. Este requisito de marcado no se aplica a los receptáculos.

II. Instalación

285.11 Ubicación. Se permitirá ubicar los SPDs (pararrayos o TVSSs) en el interior o el exterior y debe ser inaccesible a personas no calificadas, a menos que esté listado para su instalación en lugares accesibles.

285.12 Direccionamiento de las conexiones. Los conductores usados para conectar el SPD (pararrayos o TVSS) a la línea o a la barra conductora y a tierra no deben tener una longitud mayor que la necesaria y se deben evitar dobleces innecesarios.

III. Conexión de los SPDs.

285.21 Conexión. Cuando se instala un dispositivo SPD (pararrayos o TVSS), debe cumplir con lo establecido en las secciones 285.23 hasta 285.28.

285.23 SPDs de Tipo 1 (pararrayos). Los SPDs de Tipo 1 se deben instalar de acuerdo con las secciones 285.23 (A) y (B).

(A) Instalación. Los SPDs de Tipo 1 (pararrayos) se deben instalar así como sigue:

(1) Se permitirá que los SPDs de Tipo 1 (pararrayos) se conecten al lado de alimentación del desconectivo de la acometida, según se permite en la sección 230.82 (4), o (2) Se permitirá que los SPDs de Tipo 1 (pararrayos) se conecten como se especifica en la sección 285.24.

(B) En la acometida. Cuando se instala en la acometida, el conductor de puesta a tierra de un SPD de Tipo 1 se debe conectar a uno de los siguientes:

(1) Al conductor puesto a tierra de la acometida.

(2) Al conductor del electrodo de puesta a tierra.

(3) Al electrodo de puesta a tierra para la acometida.

(4) Al terminal de puesta a tierra del equipo en el equipo de acometida.

285.24 SPDs de Tipo 2 (TVSSs). Los SPDs de Tipo 2 (TVSSs) se deben instalar de acuerdo con las secciones 285.24 (A) hasta (C).

(A) Edificio o estructura alimentada por la acometida. Los SPDs de Tipo 2 (TVSSs) se deben conectar en cualquier lugar en el lado de carga de un dispositivo contra sobrecorriente del desconectivo de la acometida como el que exige la sección 230.91, a menos que se instale de acuerdo con la sección 230.82 (8).

(B) Edificio o estructura alimentada por el alimentador. Los SPDs de Tipo 2 (TVSSs) se deben conectar en edificio o estructura en cualquier lugar en el lado de carga del primer dispositivo contra sobrecorriente en edificio o estructura.

(C) Sistema derivado separadamente. El SPD (TVSS) se debe conectar en el

lado de carga del primer dispositivo contra sobrecorriente de un sistema derivado separadamente.

285.25 SPDs de Tipo 3. Se permitirá que los SPDs de Tipo 3 (TVSSs) se instalen en cualquier lugar en el lado de carga de la protección contra sobrecorriente del circuito ramal hasta el equipo alimentado, siempre que la conexión esté a por lo menos 10 m (30 pies) de distancia del conductor desde el desconectivo de la acometida o del sistema derivado separadamente.

285.26 Calibre del conductor. Los conductores de puesta a tierra y de línea no deben ser menores al 14 AWG de cobre o al 12 AWG de aluminio.

285.27 Conexión entre los conductores. Se permitirá que un SPD (pararrayos o TVSS) se conecte entre cualquier par de conductores - conductor(es) no puesto(s) a tierra, el conductor puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra. El conductor puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra se deben conectar únicamente por medio de la operación normal del SPD (pararrayos o TVSS) durante una sobretensión.

285.28 Conexiones y envolventes del conductor de puesta a tierra. Excepto lo que se establece en este artículo, las conexiones de puesta a tierra del SPD se deben hacer tal como se especifica en la parte III del Artículo 250. Los conductores de puesta a tierra, instalados en envolventes metálicos, deben cumplir lo establecido en la sección 250.64 (E).

ARTÍCULO 300

Métodos de alambrado

I. Requisitos generales

300.1 Alcance.

(A) Todas las instalaciones de alambrado. Este Artículo comprende los métodos de alambrado para todas las instalaciones de alambrado, a menos que se modifique por otros artículos.

(B) Partes integrales de equipos. Las disposiciones de este artículo no están previstas para ser aplicadas a los conductores que sean parte integral de equipos, tales como motores, controladores, centros de control de motores, equipos de control ensamblados en fábrica, o equipos de utilización listados.

(C) Denominación o nombres métricos y tamaños comerciales. Los nombres métricos y tamaños comerciales para conduit, tubería, adaptadores y accesorios asociados se deben designar tal como se indica en la Tabla 300.1 (C).

Tabla 300.1 (C). Denominación métrica y tamaños comerciales

Nombre métrico	Tamaño comercial
12	3/8
16	1/2
21	3/4
27	1
35	1-1/4
41	1-1/2
53	2
63	2-1/2
78	3
91	3-1/2
103	4
129	5
155	6

Nota: La denominación o nombre métrico y los tamaños comerciales solo sirven para propósitos de identificación únicamente y no son dimensiones reales

300.2 Límites.

(A) Tensión. Cuando no estén específicamente limitados por alguna sección del Capítulo 3, los métodos de alambrado de este Capítulo se aplicarán a instalaciones de 600 voltios nominales o menos. Estos métodos se permitirán en circuitos de más de 600 voltios nominales, cuando esté expresamente permitido en cualquier otro lugar de este Código.

(B) Temperatura. Los límites de temperatura de los conductores deben estar de acuerdo con lo establecido en la sección 310.10.

300.3 Conductores.

(A) Conductores individuales. Sólo se deben instalar conductores individuales, de los especificados en la Tabla 310.13 (A), cuando formen parte de uno de los métodos de alambrado reconocidos en el Capítulo 3.

Excepción: Se permitirán conductores individuales cuando se instalan como conductores aéreos separados de acuerdo con la sección 225.6.

(B) Conductores del mismo circuito. Todos los conductores del mismo circuito y, el conductor puesto a tierra, todos los conductores de puesta a tierra de los equipos y los conductores de unión, cuando se usen, deben estar instalados en la misma: canalización, canal auxiliar, bandeja portacables, ensamble de conductores aislados en gabinete metálica (cablebus), zanja, cable o cordón, a menos que se permita algo diferente, de acuerdo con las secciones 300.3 (B) (1) hasta (B) (4).

(1) Instalaciones en paralelo. Se permitirá tender los conductores en paralelo de acuerdo con las disposiciones de la sección 310.4. El requisito de tender todos los conductores del circuito dentro de la misma canalización, canal auxiliar, bandeja portacables, zanja, cable o cordón, se debe aplicar separadamente a cada porción de la instalación en paralelo, y los conductores de puesta a tierra del equipo deben cumplir con las disposiciones de la sección 250.122. Los tendidos paralelos en bandejas portacables deben cumplir con las disposiciones de la sección 392.8 (D).

Excepción: Se permitirá el tendido de los conductores instalados en canalizaciones no metálicas subterráneas, como instalaciones de fase separadas. Las canalizaciones se deben instalar muy cerca unas de otras y los conductores deben cumplir con las disposiciones de la sección 300.20 (B).

(2) Conductores de puesta a tierra y de unión. Se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos estén instalados afuera de la canalización o del ensamble de cable, si están de acuerdo con las disposiciones de la sección 250.130 (C) para algunas instalaciones existentes, o de acuerdo con la sección 250.134 (B), Excepción No. 2, para circuitos de c.c. Se permitirá la instalación de los conductores para la unión de los equipos, en el exterior de las canalizaciones, de acuerdo con la sección 250.102 (E).

(3) Métodos de alambrado no ferrosos. Los conductores en métodos de alambrado con un forro no metálico o no magnético, si están tendidos en diferentes

canalizaciones, canales auxiliares, bandejas portacables, zanjas, cables o cordones, deben cumplir con las disposiciones de la sección 300.20 (B). Los conductores en un cable tipo MI de un solo conductor con forro no magnético deben cumplir con las disposiciones de la sección 332.31. Los conductores de un cable tipo MC de un solo conductor con forro no magnético deben cumplir con las disposiciones de las secciones 330.31, 330.116 y 300.20 (B).

(4) Envolventes (*enclosures*). Cuando un canal auxiliar está entre un panel de distribución con un ancho de columna y una caja de paso, y la caja de paso incluye terminales del neutro, se permitirá que los conductores del neutro de los circuitos alimentados desde el panel de distribución se originen en la caja de paso.

(C) Conductores de sistemas diferentes.

(1) De 600 voltios nominales o menos. Se permitirá que los conductores de circuitos de corriente directa y corriente alterna de 600 voltios nominales o menos ocupen el mismo gabinete, cable o canalización del alambrado del equipo. Todos los conductores deben tener un aislamiento nominal igual como mínimo a la tensión máxima del circuito aplicada a cualquier conductor que se encuentre en el gabinete, cable o canalización.

Excepción: Para los sistemas solares fotovoltaicos, según la sección 690.4 (B).

Nota: Para los conductores de los circuitos de Clase 2 y Clase 3, véase la sección 725.136(A).

(2) De más de 600 voltios nominales. Los conductores de los circuitos de más de 600 voltios nominales no deben ocupar el mismo gabinete, cable o canalización del alambrado de equipos, que los conductores de circuitos de 600 voltios nominales o menos, a menos que se permita algo diferente en (C) (2) (a) hasta (C) (2) (e).

(a) Se permitirá que el alambrado secundario de las lámparas de descarga eléctrica de 1,000 voltios o menos, si está aislado para la tensión secundaria involucrada, ocupe el mismo gabinete de luminaria, anuncio o iluminación de contorno, que los conductores del circuito ramal.

(b) Se permitirá que los conductores primarios de los balastos de lámparas de descarga eléctrica, aislados para la tensión primaria del balasto, si están dentro del gabinete del alambrado individual, ocupen el mismo gabinete de luminaria, anuncio o iluminación de contorno, que los conductores del circuito ramal.

(c) Se permitirá que los conductores de excitación, de control, del relé y del amperímetro usados en conexión con cualquier motor o arrancador individual ocupen el mismo gabinete que los conductores del circuito del motor.

(d) En motores, ensambles de tableros de distribución y control y

equipos similares, se permitirán conductores de diferentes valores nominales de tensión.

(e) En los pozos de inspección se permitirán conductores de diferentes valores nominales de tensión, si los conductores de cada sistema están separados en forma eficaz y permanente de los conductores de los otros sistemas y sujetados firmemente a perchas, aisladores u otros soportes aprobados.

Los conductores con aislamiento no blindado y que operan a diferentes niveles de tensión no deben ocupar el mismo gabinete, cable o canalización.

300.4 Protección contra daños físicos. Los conductores deben estar debidamente protegidos cuando estén expuestos a daños físicos.

(A) Cables y canalizaciones a través de elementos de madera.

(1) Orificios perforados. En lugares tanto expuestos como ocultos, cuando esté instalado un método de alambrado de cables o canalización a través de orificios perforados en vigas, travesaños diagonal, o elementos de madera, los orificios se deben hacer de modo que el borde de los mismos esté situado a una distancia no inferior a 32 mm (1 ¼ pulgadas) del borde más próximo del elemento de madera. Cuando no se pueda mantener esta distancia, se debe proteger el cable o la canalización de la penetración por tornillos o clavos mediante placa(s) o adaptador(s) de acero de espesor mínimo de 1.6 mm ($^{1}/_{16}$ de pulgada) y de longitud y ancho adecuados, instalados de modo que cubra(n) el área del alambrado.

Excepción No. 1: No se exigirán placas de acero para proteger conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit no metálico rígido o tubería metálica eléctrica.

Excepción No. 2: Se permitirá una placa de acero marcada y listada con espesor menor a 1.6 mm (1/16 de pulgada) que brinde igual o mayor protección contra la penetración por tornillo o clavo.

(2) Ranuras en la madera. Cuando no haya objeción por el debilitamiento de la estructura del edificio, tanto en lugares expuestos como ocultos, se permitirá instalar los cables o canalizaciones en ranuras en las vigas, travesaños inclinados, u otros elementos de madera, donde el cable o canalización esté protegido en estos puntos contra clavos o tornillos por una placa de acero de espesor mínimo de 1.6 mm (1/16 de pulgada) y con la longitud y ancho adecuados, instalada para cubrir el área del alambrado. La placa de acero se debe instalar antes de hacer el terminado del edificio.

Excepción No. 1: No se exigirán placas de acero para proteger el conduit metálico rígido, el conduit metálico intermedio, el conduit no metálico rígido o la tubería metálica eléctrica.

Excepción No. 2: Se permitirá una placa de acero marcada y listada con espesor menor a 1.6 mm ($^{1}/_{16}$ de pulgada) que brinde igual o mayor protección contra penetración por tornillo o clavo.

(B) Cables con cubierta no metálica y tubería eléctrica no metálica a través de miembros estructurales metálicos.

(1) Cables con cubierta no metálica. En lugares tanto expuestos como ocultos, cuando haya cables con cubierta no metálica que pasen por ranuras u orificios troquelados, cortados o perforados en fábrica o en sitio en los miembros metálicos, el cable se debe proteger mediante adaptadors o anillos listados que cubran todos los bordes metálicos y estén asegurados firmemente a la abertura antes de instalar el cable.

(2) Cables con cubierta no metálica y tubería eléctrica no metálica. Cuando sea probable que haya clavos o tornillos que puedan penetrar un cable con forro no metálico o una tubería eléctrica no metálica, se debe proteger el cable o tubería mediante un manguito, una lámina o una abrazadera de acero, de un espesor no inferior a 1.6 mm ($^{1}/_{16}$ de pulgada).

Excepción: Se permitirá una placa de acero marcada y listada con espesor menor a 1.6 mm ($^{1}/_{16}$ de pulgada) que brinde igual o mayor protección contra penetración por tornillo o clavo.

(C) Cables a través de espacios detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. Los cables o métodos de alambrado tipo canalización instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso se deben fijar de acuerdo con los artículos aplicables.

(D) Cables y canalizaciones paralelos a los miembros estructurales y tiras de soporte. En lugares tanto expuestos como ocultos, cuando esté instalado un método de alambrado de cables o métodos de alambrado tipo canalización, paralelos a miembros estructurales tales como columnas, vigas o travesaños diagonal, o paralelos a tiras de soporte, el cable o canalización se debe instalar y sostener de modo que la superficie exterior más cercana del cable o canalización quede a no menos de 32 mm (1 ¼ pulgadas) del borde más cercano del miembro estructural o de las cintas de enrasar, por el que sea probable que puedan penetrar clavos o tornillos. Cuando no se pueda mantener esta distancia, se debe proteger el cable o canalización de la penetración por tornillos o clavos mediante una placa de acero, un manguito de acero o equivalente, de mínimo 1.6 mm ($^{1}/_{16}$ de pulgada) de espesor.

Excepción No. 1: No se exigirán placas de acero, manguitos de acero o su equivalente, para proteger conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit no metálico rígido, o tubería metálica eléctrica.

Excepción No. 2: Para trabajos ocultos en edificios terminados o en los paneles terminados para edificios prefabricados en los que no se pueda aplicar dicho soporte, se permitirá pescar los cables entre los puntos de acceso.

Excepción No. 3: Se permitirá una placa de acero marcada y listada con espesor menor a 1.6 mm (1/16 de pulgada) que brinde igual o mayor protección contra penetración por tornillo o clavo.

(E) Cables y canalizaciones instaladas debajo de la cubierta de los pisos de terrazas elevadas. Un método de alambrado de cable o canalización instalado en lugares expuestos u ocultos, debajo de la lámina metálica corrugada de la cubierta de los pisos de terrazas elevadas se debe instalar y sostener de manera que la superficie exterior más cercana del cable o canalización quede a no menos de 38 mm (1 ½ pulgadas) de la superficie más cercana la cubierta de los pisos

de terrazas elevadas.

Nota: El material de las terrazas elevadas con frecuencia se repara o reemplaza después de la instalación inicial del cable o canalización y de la instalación del techo y puede ser penetrado por los tornillos u otros dispositivos mecánicos diseñados para proporcionar firmeza a la "sujeción" de la membrana a prueba de agua o del material de aislamiento del techo.

Excepción: No se exigirá que el conduit metálico rígido ni el conduit metálico intermedio cumplan con la sección 300.4 (E).

(F) Cables y canalizaciones instaladas en ranuras poco profundas. Los métodos de alambrado del tipo de cables o canalizaciones instalados en una ranura que se vaya a cubrir con paneles de yeso, paneles decorativos, entablado, alfombrado o algún otro acabado similar, se deben proteger con una placa de acero, manguito de acero, o equivalente, de 1.6 mm ($^{1}/_{16}$ de pulgada) de espesor o por un espacio libre no inferior a 32 mm (1 ¼ pulgadas) en toda la longitud de la ranura en la que esté instalado el cable o canalización.

Excepción No. 1: No se exigirán placas de acero, manguitos de acero o su equivalente, para proteger conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit no metálico rígido, o tubería metálica eléctrica.

Excepción No. 2: Se permitirá una placa de acero marcada y listada con espesor menor a 1.6 mm (1/16 de pulgada) que brinde igual o mayor protección contra penetración por tornillo o clavo.

(G) Accesorios aislados. Cuando una canalización contenga conductores aislados de circuito del 4 AWG o mayores y estos conductores entren en un gabinete, gabinete, caja o canalización, se deben proteger los conductores mediante un accesorio suficiente que ofrezca una superficie aislante lisa y redondeada, a menos que los conductores estén separados del accesorio o de la canalización por una suficiente cantidad de material aislante sujeta firmemente.

Excepción: Cuando los bujes o boquillas roscadas que son parte integrante del gabinete, caja, gabinete o canalización, ofrecen una superficie suavemente redondeada o acampanada para la entrada de los conductores.

No se deben utilizar adaptadors de conduit hechos exclusivamente de material aislante para sujetar un accesorio o canalización. El accesorio o material aislante debe tener una temperatura nominal no inferior a la temperatura nominal del aislamiento de los conductores instalados.

300.5 Instalaciones subterráneas.

(A) Requisitos mínimos de cubierta. Los cables, conduits u otras canalizaciones enterradas directamente, se deben instalar de modo que cumplan los requisitos mínimos de cubierta de la Tabla 300.5.

Tabla 300.5 Requisitos mínimos de cubierta en instalaciones de 0 voltios a 600 voltios nominales, enterramiento en milímetros (pulgadas)

Ubicación del método de alambrado o circuito	**Tipo de método de alambrado o circuito**									
	Columna 1. Cables o conductores enterrados directamente		**Columna 2.** Conduit metálico rígido o conduit metálico intermedio		**Columna 3.** Canalizaciones no metálicas listadas para enterramiento directo sin encerramiento de concreto u otras canalizaciones aprobadas		**Columna 4.** Circuitos ramales para viviendas de 120 voltios nominales o menos con protección contra fallas a tierra (GFCI) y protección contra sobrecorriente máxima de 20 amperios		**Columna 5.** Circuitos de control de riego y alumbrado del paisaje limitados a no más de 30 voltios e instalados con cables tipo UF o en otros cables o canalizaciones identificados	
	mm	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada
Todas las ubicaciones no especificadas más abajo	600	24	150	6	450	18	300	12	150	6
En zanjas por debajo de concreto de 50 mm (2 pulgadas) de espesor o equivalente	450	18	150	6	300	12	150	6	150	6
Bajo un edificio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(solo en canalizaciones)						(solo en canalizaciones)		(solo en canalizaciones)	
Bajo baldosas de concreto para exteriores de mínimo 102 mm (4 pulgadas) de espesor, sin tráfico de vehículos y que las baldosas sobresalgan no menos de 152 mm (6 pulgadas) de la instalación subterránea	450	18	100	4	100	4	150	6	150	6
							(enterrado directamente)		(enterrado directamente)	
							100	4	100	4
							(en canalizaciones)		(en canalizaciones)	
Bajo calles, carreteras, autopistas, callejones, accesos vehiculares y estacionamientos	600	24	600	24	600	24	600	24	600	24
Accesos vehiculares y estacionamientos exteriores para viviendas uni y bifamiliares y utilizados sólo para propósitos relacionados con la vivienda	450	18	450	18	450	18	300	12	450	18

En o bajo las pistas de los aeropuertos, incluidas las áreas adyacentes donde está prohibido el paso	450	18	450	18	450	18	450	18	450	18

Notas:
1. Cubierta se define como la distancia más corta entre un punto en la superficie superior de cualquier conductor, cable, conduit o canalización enterrados directamente, y el nivel superior del terreno terminado, concreto o cubierta similar.
2. Las canalizaciones aprobadas para enterramiento sólo con encerramiento de concreto requieren una cubierta de concreto de no menos de 50 mm (2 pulgadas) de espesor.
3. Se permitirán menores profundidades cuando los cables y conductores suben para terminaciones o empalmes o cuando se requiere tener acceso a ellos.
4. Cuando se usa uno de los métodos de alambrado presentados en las columnas 1-3 para uno de los tipos de circuitos de las columnas 4 y 5, se permitirá enterrar los cables a la menor profundidad.
5. Si se encuentra roca sólida que impide cumplir con la profundidad de la cubierta especificada en esta Tabla, el alambrado se debe instalar en canalizaciones metálicas o no metálicas permitidas para enterramiento directo. Las canalizaciones se deben cubrir con un mínimo de 50 mm (2 pulgadas) de concreto que penetre hasta la roca.

(B) Lugares mojados. Se debe considerar que el interior de los envolventes (*enclosure*) o canalizaciones subterráneas son lugares mojados. Los conductores y cables aislados instalados en estos envolventes y canalizaciones subterráneas, deben estar listados para uso en lugares mojados y deben cumplir con la sección 310.8 (C). Todas las conexiones o empalmes en instalaciones subterráneas deben estar aprobadas para lugares mojados.

(C) Cables subterráneos bajo edificios. Los cables subterráneos instalados bajo un edificio deben estar en una canalización.

(D) Protección contra daños. Los conductores y cables enterrados directamente se deben proteger contra daño según se indica en las secciones 300.5 (D) (1) hasta (D) (4).

(1) Que salen desde el nivel del terreno. Los conductores y cables enterrados directamente que salen desde el nivel del terreno y que se especifican en las columnas 1 y 4 de la Tabla 300.5, se deben proteger con envolventes o canalizaciones que se extiendan desde la distancia mínima de cubierta exigida en la sección 300.5(A) por debajo del nivel del terreno, hasta un punto situado a una distancia mínima de 2.5 m (8 pies) sobre el acabado del mismo. No se exigirá en ningún caso que la protección requerida exceda los 450 mm (18 pulgadas) por debajo del acabado del terreno.

(2) Conductores que entran en edificios. Los conductores que entran en un edificio deben estar protegidos hasta el punto de entrada.

(3) Conductores de la acometida. Los conductores de acometidas subterráneas, que no están encerrados en concreto y que están enterradas 450 mm (18 pulgadas) o más por debajo del nivel del terreno, deben tener identificada su ubicación por medio de una cinta de aviso colocada en la zanja al menos 300 mm (12 pulgadas) por encima de la instalación subterránea.

(4) Daño del gabinete o la canalización. Cuando la canalización o gabinete estén expuestos a daños, los conductores se deben instalar en conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit de PVC Cédula 80 o su equivalente.

(E) Empalmes y derivaciones. Se permitirá que los cables o conductores enterrados directamente estén empalmados o derivados sin utilizar cajas de empalme. Los empalmes o derivaciones deben hacerse según lo establecido en la sección 110.14 (B).

(F) Relleno. No se debe rellenar la zanja con piedras grandes, materiales de pavimentación, escoria, otros elementos grandes o con bordes afilados ni con material corrosivo, si estos materiales pueden dañar los cables, canalizaciones u otras subestructuras, o pueden impedir una buena compactación del relleno o contribuir a la corrosión de dichos cables, canalizaciones o subestructuras.
Cuando sea necesario para evitar daños físicos al cable o a la canalización, se les debe proteger con materiales granulados o seleccionados, tablones, manguitos u otros medios adecuados y aprobados.

(G) Sellos de la canalización. Los conduit o canalizaciones en los que la humedad puede hacer contacto con las partes vivas, se deben sellar o taponar en uno o ambos extremos.

> **Nota**: La presencia de gases o vapores peligrosos puede requerir también que se sellen los conduit o canalizaciones subterráneas que penetran en los edificios.

(H) Adaptadores. En el extremo de un conduit u otra canalización que termine bajo tierra y de la que salgan los conductores o cables como en el método de alambrado directamente enterrado, se debe instalar un adaptador, boquilla o manguitos *(bushing)* o algún accesorio terminal con una abertura integrada en forma de anillo aislador. En lugar del adaptador se permitirá usar un sello que tenga las mismas características de protección física del adaptador.

(I) Conductores del mismo circuito. Todos los conductores del mismo circuito y, cuando existan, los conductores puestos a tierra y todos los conductores de puesta a tierra de equipos, se deben instalar en el mismo cable o canalización o lo más cerca posible en la misma zanja.

> *Excepción No. 1: Se permitirán conductores en paralelo en cables o canalizaciones, pero cada cable o canalización debe contener todos los conductores del mismo circuito, incluidos los conductores de puesta a tierra del equipo.*
>
> *Excepción No. 2: Se permitirán instalaciones de fase separada, polaridad, conductor puesto a tierra y conductor de unión y de puesta a tierra del equipo en cables o canalizaciones no metálicas con recubrimiento no metálico o forro no magnético situadas muy cerca unas de otras cuando los conductores estén en paralelo, como lo permite la sección 310.4, y cuando se cumplen las condiciones de la sección 300.20 (B).*

(J) Movimientos de la tierra. Cuando los conductores, cables o canalizaciones enterrados directamente estén sometidos a movimientos por asentamiento o a causa de heladas, los conductores, cables o canalizaciones enterrados directamente se deben colocar de modo que se eviten daños a los conductores encerrados o a los equipos conectados a las canalizaciones.

> **Nota**: Esta Sección reconoce los bucles en "S" en las transiciones de enterramiento directo a canalizaciones, juntas de expansión en las canalizaciones ascendentes hasta los equipos fijos y, en general, la realización de conexiones flexibles a los equipos sometidos a asentamiento o levantamientos por heladas.

(K) Perforación direccional. Los cables o canalizaciones que se instalan usando equipo de perforación direccional deben estar aprobados para ese propósito.

300.6 Protección contra la corrosión y el deterioro. Las canalizaciones, bandejas portacables, ensamble de cables con aislamiento en gabinete metálica (cablebus), canales auxiliares, armadura de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos, acoples, accesorios, soportes y todo el material de soporte, deben ser de los materiales adecuados para el medio ambiente en el cual van a ser instalados.

(A) Equipo metálico ferroso. Las canalizaciones metálicas ferrosas, bandejas portacables, ensamble de cables con aislamiento en gabinete metálica (cablebus), canales auxiliares, armaduras de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos metálicos, acoples, niples, accesorios, soportes y material de soporte, deben protegerse adecuadamente contra la corrosión por dentro y por fuera (excepto las roscas en las uniones), recubriéndolos con un material aprobado resistente a la corrosión. Cuando es necesaria la protección contra la corrosión y el conduit se rosca en el sitio, las roscas se deben recubrir con un compuesto aprobado, eléctricamente conductor y resistente a la corrosión.

Excepción: No se exigirá que el acero inoxidable tenga recubrimiento protector.

(1) Protegidos contra la corrosión sólo mediante esmalte. Cuando están protegidos contra la corrosión sólo mediante esmalte, las canalizaciones metálicas ferrosas, bandejas portacables, ensamble de cables con aislamiento en gabinete metálica (cablebus), canales auxiliares, armaduras de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos metálicos, acoples, niples, accesorios, soportes y material de soporte no se deben utilizar en exteriores ni en lugares mojados, como se describe en la sección 300.6 (D).

(2) Recubrimientos orgánicos en cajas o gabinetes. Cuando las cajas o gabinetes tengan un sistema aprobado de recubrimiento con pintura orgánica y estén rotulados como "hermético a la lluvia", "a prueba de lluvia" o "tipo exterior", se permitirá utilizarlos en exteriores.

(3) En concreto o en contacto directo con la tierra. Se permitirá instalar canalizaciones metálicas ferrosas, armaduras de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos, acoples, niples, accesorios, soportes y material de soporte en concreto o en contacto directo con la tierra, o en áreas sometidas a un fuerte ambiente corrosivo, cuando estén hechos de material aprobado para esa condición o estén provistos de una protección contra la corrosión aprobada para esa condición.

(B) Equipo metálico de aluminio. Las canalizaciones, bandejas portacables, ensamble de cables con aislamiento en gabinete metálica (cablebus), canales auxiliares, armaduras de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos, acoples, niples, accesorios, soportes y material de soporte, todos de aluminio, incrustados o encerrados de concreto o en contacto directo con la tierra se debe suministrar con protección suplementaria contra la corrosión.

(C) Equipo no metálico. Las canalizaciones, bandejas portacables, ensamble de cables con aislamiento en gabinete metálica (cablebus), canales auxiliares, cables con chaqueta exterior no metálica y armadura o chaqueta metálica interna, cajas, forros de cables, gabinetes, codos, acoples, niples, accesorios, soportes y material de soporte no metálicos deben estar hechos de material aprobado para esa condición y deben cumplir lo que se especifica en (C) (1) y (C) (2), según se aplique

a la instalación específica.

(1) Expuesto a la luz solar. Cuando los materiales están expuestos a la luz solar, deben estar listados como resistentes a la luz solar o estar identificados como resistentes a la luz solar.

(2) Exposición a sustancias químicas. Si están sometidos a exposición a solventes, vapores, inmersión o rociado de sustancias químicas, los materiales o recubrimientos deben ser inherentemente resistentes a las sustancias químicas con base en su listado, o deben estar identificados para el reactivo químico específico.

(D) En lugares internos mojados. En plantas de procesamiento de productos lácteos, lavanderías, fábricas de conservas y otros lugares interiores mojados, y en lugares en los que se laven las paredes con frecuencia o que tengan superficies de material absorbente, como papel húmedo o madera, todo el sistema de alambrado, incluidas cajas, accesorios, canalizaciones y cables usados con ellos, cuando estén expuestos, se deben montar de modo que quede como mínimo un espacio libre de 6 mm (¼ pulgada) entre ellos y la pared o superficie sobre la que van apoyados.

Excepción: Se permitirá la instalación de canalizaciones, cajas y accesorios no metálicos sin el espacio libre sobre una superficie de concreto, mampostería, baldosa o similar.

Nota: En general, las áreas en las que se manipulan y almacenan ácidos y álcalis pueden presentar condiciones corrosivas, en particular si están mojadas o húmedas. También pueden producirse condiciones muy corrosivas en algunas áreas de las plantas de empaque de carnes, de tenerías, de fabricación de adhesivos y algunos establos; en instalaciones cerca de la orilla del mar y en piscinas; en áreas donde se utilizan productos químicos para deshielo y en sótanos o recintos de almacenamiento de cueros, embalajes, fertilizantes, sal y productos químicos a granel.

300.7 Canalizaciones expuestas a diferentes temperaturas.

(A) Sellado. Cuando diversas partes de una canalización o manguito de cable están expuestas a temperaturas muy diferentes y cuando se sabe que la condensación es un problema, como en áreas de almacenamiento en frío en los edificios o cuando pasan desde el interior hacia el exterior de un edificio, la canalización o el manguito se deben rellenar con un material aprobado para evitar la circulación de aire caliente hacia una sección más fría de la canalización o el manguito. Para este propósito no se exigirá un sello a prueba de explosión.

(B) Accesorios de expansión. Se deben instalar accesorios de expansión en las canalizaciones cuando sea necesario compensar la expansión y contracción térmicas.

Nota: Las Tablas 352.44 y 355.44 suministran información sobre la expansión para el cloruro de polivinilo, (PVC) y para conduit de resina termo fija reforzada (RTRC), respectivamente. Se puede determinar un número nominal para conduit de acero al multiplicar la longitud de expansión de la Tabla 352.44 por 0.20. El coeficiente de expansión de la tubería eléctrica de acero, conduit metálico intermedio y conduit rígido, es de 1.170×10^{-5} (0.0000117 mm por cada mm de conduit por cada °C

de cambio de temperatura) [0.650 x 10^{-5} (0.0000065 pulgadas por cada pulgada de conduit por cada ºF de cambio de temperatura)].

Se puede determinar un número nominal para conduit de aluminio y tubería metálica eléctrica de aluminio multiplicando la longitud de expansión de la Tabla 352.44 por 0.40. El coeficiente de expansión para tubería metálica eléctrica de aluminio y conduit metálico rígido de aluminio es de 2.34 x 10^{-5} (0.0000234 mm por cada mm de conduit por cada º C de cambio de temperatura) [1.30 x 10^{-5} (0.000013) pulgadas por cada pulgada de conduit por cada ºF de cambio de temperatura].

300.8 Instalación de conductores con otros sistemas. En las canalizaciones o bandejas portacables que contengan conductores eléctricos no debe haber ningún tubo, tubería o similar para vapor, agua, aire, gas, drenaje o cualquier otra instalación que no sea eléctrica.

300.9 Canalizaciones en lugares mojados por encima del nivel del suelo. Cuando las canalizaciones se instalan en lugares mojados por encima del nivel del suelo, se debe considerar que el interior de estas canalizaciones es un lugar mojado. Los conductores y cables aislados instalados en canalizaciones en lugares mojados por encima del nivel del suelo deben cumplir con lo que se especifica en la sección 310.8 (C).

300.10 Continuidad eléctrica de las canalizaciones y envolventes (enclosures) metálicas. Las canalizaciones, armaduras de cables y otros envolventes (enclosures) metálicos de conductores, se deben unir metálicamente formando un conductor eléctrico continuo y se deben conectar a todas las cajas, accesorios y gabinetes, de modo que ofrezcan una continuidad eléctrica efectiva. A menos que se permita específicamente en otra parte de este Código, las canalizaciones y ensambles de cables se deben sujetar mecánicamente a las cajas, gabinetes, accesorios y otros envolventes.

Excepción No. 1: No se exigirá que las secciones cortas de las canalizaciones, usadas para brindar soporte o protección a los ensambles de cables contra daño físico, sean continuas eléctricamente.

Excepción No. 2: No se exigirá que los envolventes (enclosures) de equipos que se van a aislar, según lo permite la sección 250.96 (B), estén unidos eléctricamente a la canalización metálica.

300.11 Aseguramiento y soportes.

(A) Aseguramiento en el lugar. Las canalizaciones, ensambles de cables, cajas, gabinetes y accesorios se deben asegurar sujetados en su lugar. No se permitirá utilizar como único soporte alambres de soporte que no ofrezcan aseguramiento suficiente. Se permitirán como único soporte, los alambres de soporte y accesorios asociados que brindan un soporte seguro, y que están instalados además de los alambres de soporte de la rejilla del cielo raso. Si se usan alambres de soporte independientes, se deben asegurar en ambos extremos. Los cables y canalizaciones no se deben soportar en la rejilla del cielo raso.

(1) Ensambles resistentes al fuego. El alambrado situado dentro de la cavidad de un ensamble piso/cielo raso o techo/cielo raso clasificado como resistente al fuego, no se debe sujetar ni soportar en el ensamble del cielo raso, incluidos los alambres de soporte del cielo raso. Debe existir un medio de soporte seguro e independiente y se debe

permitir su fijación al ensamble. Si se usan alambres de soporte independientes, se deben poder distinguir por su color, su etiquetado u otro medio eficaz, de los que son parte del diseño clasificado como resistente al fuego.

Excepción: Se permitirá que el sistema de soporte del cielo raso sostenga el alambrado y el equipo que ha sido probado como parte del ensamble resistente al fuego.

Nota: Un método para determinar la clasificación nominal de resistencia al fuego es la prueba de acuerdo con el documento Standard Methods of Tests of Fire Resistance of Building Construction and Materials, NFPA, 251-2006.

(2) Ensambles no resistentes al fuego. El alambrado situado dentro de la cavidad de un ensamble piso/cielo raso o techo/cielo raso clasificado como no resistente al fuego, no se debe sujetar ni soportar en el ensamble del cielo raso, incluidos los alambres de soporte del cielo raso. Se debe suministrar un medio de soporte seguro e independiente y se debe permitir su fijación al ensamble.

Excepción: Se permitirá que el sistema de soporte del cielo raso sostenga el alambrado del circuito ramal y el equipo asociado, si está instalado de acuerdo con las instrucciones del fabricante del sistema del cielo raso.

(B) Canalizaciones usadas como medio de soporte. Las canalizaciones sólo se deben usar como medio de soporte para otras canalizaciones, cables o equipo no eléctrico, bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Cuando la canalización o medio de soporte estén identificados para el propósito.

(2) Cuando la canalización alberga conductores de alimentación de energía para equipo controlado eléctricamente, y se usa para apoyar conductores o cables de circuito Clase 2 que son únicamente para el propósito de conexión a los circuitos de control del equipo.

(3) Cuando la canalización se usa para sostener cajas o cuerpos de conduit de acuerdo con la sección 314.23 o para soportar luminarias de acuerdo con la sección 410.36 (E).

(C) Cables no utilizados como medio de soporte. Los métodos de alambrado con cables no se deben usar como medio de soporte para otros cables, canalizaciones ni equipo no eléctrico.

300.12 Continuidad mecánica de las canalizaciones y de los cables. Las canalizaciones metálicas o no metálicas, armaduras de cables y forros de cables, deben ser continuos entre los gabinetes, cajas, accesorios u otros envolventes o salidas.

Excepción No. 1: No se exigirá que las secciones cortas de canalizaciones, utilizadas como soporte o protección de los ensambles de cables contra daño físico, sean continuas mecánicamente.

Excepción No. 2: No se exigirá que las canalizaciones ni los cables instalados en el fondo de equipos con fondo abierto, como tableros de distribución, centros de control de motores y transformadores montados sobre zapata o en el suelo se fijen mecánicamente al equipo.

300.13 Continuidad mecánica y eléctrica de los conductores.

(A) Generalidades. Los conductores en las canalizaciones deben ser continuos entre las salidas, cajas, dispositivos, etc. Dentro de una canalización no debe haber ni empalmes ni derivaciones, a no ser los permitidos en las secciones 300.15; 368.56(A), 376.56, 378.56, 384.56, 386.56, 388.56 ó 390.6.

(B) Retiro de dispositivos. En los circuitos ramales multiconductores, la continuidad de un conductor puesto a tierra no debe depender de las conexiones de los dispositivos tales como portalámparas, receptáculos, etc., cuando la remoción de dichos dispositivos pudiera interrumpir la continuidad.

300.14 Longitud de los conductores libres en las salidas, puntos de conexiones y de interrupción. En cada salida, punto de conexiones y de interrupción se debe dejar libre, para empalmes o para la conexión de luminarias o dispositivos, una longitud de 150 mm (6 pulgadas) como mínimo, medida desde el punto en la caja en donde el conductor sale de su canalización o forro del cable. Cuando la abertura para una salida, punto de conexiones o de interrupción es menor de 200 mm (8 pulgadas) en cualquier dimensión, cada conductor debe tener la longitud suficiente para extenderse al menos 75 mm (3 pulgadas) fuera de la abertura.

Excepción: No se exigirá que los conductores no empalmados o que no terminan en el punto de salida, de conexiones o punto de interrupción cumplan con lo especificado en la sección 300.14.

300.15 Cajas, cuerpos de conduit o accesorios, cuando son exigidos.

Se debe instalar una caja en cada salida y punto de interrupción para alambrado oculto del tipo perilla y tubo. Los accesorios y conectores se deben usar solamente con los métodos de alambrado específicos para los cuales están diseñados y listados.

Cuando el método de alambrado es con conduit, tubería, cable tipo AC, cable tipo MC, cable tipo MI, cable con forro no metálico u otros cables, se debe instalar una caja o cuerpo de conduit en cada punto de empalme de un conductor, punto de salida, punto de interrupción, punto de conexión, punto de terminación o punto de paso, a menos que se permita algo diferente en las secciones 300.15 (A) hasta (M).

(A) Métodos de alambrado con acceso interior. No se exigirá una caja o cuerpo de conduit para cada punto de empalme, unión, de interruptor, paso, terminación o salida en métodos de alambrado con cubiertas removibles como canalizaciones, ensambles de multisalida, canales auxiliares y canalizaciones superficiales. Las cubiertas deben ser accesibles después de la instalación.

(B) Equipos. Se permitirá una caja de unión integral o un compartimiento de alambrado, como parte del equipo aprobado, en lugar de una caja.

(C) Protección. No se exigirá una caja o cuerpo de conduit cuando los cables entran o salen del conduit o tubería que se usa para brindar soporte a los cables o protección contra el daño físico. Se debe suministrar un accesorio en el (los) extremo(s) del conduit o tubería, para proteger el cable contra la abrasión.

(D) Cable tipo MI. No se exigirá una caja o cuerpo de conduit en donde se usan accesorios accesibles para empalmes rectos en cable con forro metálico y aislamiento mineral.

(E) Gabinete integral. En lugar de una caja o cuerpo de conduit, se permitirá un dispositivo de alambrado con gabinete integral identificado para el uso, que tenga abrazaderas de fijación que aseguran el dispositivo a las paredes o cielo raso de construcciones con estructura convencional en el sitio, para uso con cable con forro no metálico.

> **Nota**: Véanse las secciones 334.30 (C), 545.10, 550.15 (I), 551.47 (E), Excepción No. 1; y 552.48 (E), Excepción No.1.

(F) Accesorio. Se permitirá el uso de un accesorio identificado en lugar de una caja o cuerpo de conduit, si los conductores no tienen empalmes ni terminan dentro del accesorio. El accesorio debe ser accesible después de la instalación.

(G) Conductores enterrados directamente. Como se permite en la sección 300.5 (E), no se exigirá una caja o cuerpo de conduit para empalmes y derivaciones en conductores y cables enterrados directamente.

(H) Dispositivos aislados. Tal como se permite en la sección 334.40 (B), no se exigirá una caja o cuerpo de conduit para dispositivos aislados alimentados mediante cable con forro no metálico.

(I) Gabinetes. No se exigirá una caja o cuerpo de conduit cuando el punto de empalme, de interrupción, terminal o de paso, están en un gabinete o caja de corte, en un gabinete para interruptores o dispositivos de sobrecorriente, tal como se permite en la sección 312.8, en controladores de motor, tal como se permite en 430.10(A), o en un centro de control de motores.

(J) Luminarias. No se exigirá una caja o cuerpo de conduit cuando las luminarias se usan como canalización, como se permite en las secciones 410.64 y 410.65.

(K) Empotrados. No se exigirá una caja o cuerpo de conduit para los empalmes cuando los conductores se encuentran empotrados, tal como se permite en las secciones 424.40, 424.41 (D), 426.22 (B), 426.24 (A), y 427.19 (A).

(L) Pozos de inspección y envolventes de acceso manual. No se exigirá una caja o cuerpo de conduit para conductores en pozos de inspección ni envolventes de acceso manual, excepto cuando se conectan a equipo eléctrico. La instalación debe cumplir con las disposiciones de la Parte V del Artículo 110 para pozos de inspección y la sección 314.30 para envolventes de acceso manual.

(M) Anillo cerrado. No se exigirá una caja para un sistema de distribución de

energía de anillo cerrado cuando se usa un dispositivo identificado y listado como adecuado para instalación sin caja.

300.16 Canalización o cable para alambrado oculto o a la vista.

(A) Caja, cuerpo de conduit o accesorio. Se debe utilizar una caja, cuerpo de conduit o adaptador terminal con un orificio con adaptadors separado para cada conductor, siempre que se haga una transición desde un conduit, tubería eléctrica metálica, tubería eléctrica no metálica, cable con forro no metálico, cable de tipo AC, cable tipo MC o cable con forro metálico y aislante mineral y alambrado en una canalización superficial hasta una instalación a la vista u oculta tipo de perilla y tubo.
Un adaptador utilizado para este fin no debe contener empalmes ni derivaciones, ni se debe utilizar en las salidas para luminarias. Un cuerpo de conduit utilizado para este propósito no debe contener derivaciones ni empalmes, a menos que cumpla con lo estipulado en la sección 314.16 (C) (2).

(B) Adaptadors. Se permitirá el uso de un adaptadors en lugar de una caja o terminal, cuando los conductores salen de una canalización y entran o terminan en equipos, como tableros de distribución abiertos, equipo de control no encerrado, o equipo similar. El adaptadors debe ser de tipo aislante para conductores diferentes de los que tienen forro de plomo.

300.17 Número y calibre de los conductores en una canalización. El número y calibre de los conductores en cualquier canalización no debe ser mayor al que permita la disipación de calor y la facilidad de instalación o desmontaje de los conductores sin dañar los conductores o su aislamiento.

Nota: Véanse las siguientes secciones de este Código: conduit metálico intermedio, 342.22; conduit metálico rígido, 344.22; conduit metálico flexible, 348.22; conduit metálico flexible hermético a los líquidos, 350.22; conduit de PVC, 352.22; conduit de HDPE, 353.22; RTRC, 355.22; conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, 356.22; tubería metálica eléctrica, 358.22; tubería metálica flexible, 360.22; tubería no metálica eléctrica, 362.22; canalizaciones en pisos de concreto celulares, Sección 372.11; canalizaciones en pisos metálicos celulares, 374.5; ductos metálicos, 376.22, ductos no metálicos, 378.22; canalizaciones metálicas superficiales, 386.22; canalizaciones no metálicas superficiales, 388.22; canalizaciones bajo el piso, 390.5; alambre para artefactos, 402.7; teatros, 520.6; anuncios, 600.31(C); ascensores, 620.33; equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señal de audio, 640.23(A) y 640.24; circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3, Artículo 725; circuitos de alarmas contra incendios, Artículo 760; y cables de fibra óptica y canalizaciones, Artículo 770.

300.18 Instalación de las canalizaciones.

(A) Tramos completos. Las canalizaciones diferentes de las barras canalizadas (busway) o canalizaciones expuestas que poseen cubiertas articuladas o removibles, se deben instalar completas entre los puntos de salida, unión o empalme, antes de instalar los conductores. Cuando se requiere facilitar la instalación del equipo de utilización, se permitirá que la canalización se instale inicialmente sin una conexión terminal en el equipo. Se permitirán ensambles de canalizaciones prealambradas, solamente en donde se permita específicamente en este Código para el método de alambrado aplicable.

Excepción: No se exigirá que las secciones cortas de canalizaciones usadas para

contener conductores o ensamble de cables para protección contra el daño físico, se instalen completas entre los puntos de salida, unión o empalme.

(B) Soldadura. Las canalizaciones metálicas no se deben apoyar, terminar ni conectar mediante soldadura a la canalización, a menos que estén diseñadas específicamente para este fin, o que sea permitido específicamente algo diferente en este Código.

300.19 Soporte de los conductores en canalizaciones verticales.

(A) Intervalos de separación máximos. Los conductores en canalizaciones verticales se deben sujetar si la canalización vertical supera los valores de la Tabla 300.19 (A). Debe haber un soporte para cables en la parte superior de la canalización vertical o lo más cerca posible de ella. Los soportes intermedios proporcionados deben ser los necesarios para limitar la longitud del conductor sostenido, como máximo a los valores establecidos en la Tabla 300.19 (A).

Excepción: Un cable con armadura de alambre de acero se debe sostener en la parte superior del tramo vertical con un soporte para cable que sujete la armadura de alambre de acero. Se permitirá instalar en el extremo inferior del conducto vertical un dispositivo de seguridad que sostenga el cable, en el caso de que éste se deslice por el interior del soporte de la armadura de cable con alambre. Se permitirá instalar otros soportes adicionales de tipo cuña que alivien los esfuerzos causados en las terminales de los equipos por la expansión del cable bajo carga.

(B) Cables y conductores resistentes al fuego. Los métodos de soporte y los intervalos para cables y conductores resistentes al fuego, deben cumplir con todas las limitaciones suministradas en la lista del sistema de protección del circuito eléctrico usado y, en ningún caso, deben exceder los valores de la Tabla 300.19(A).

(C) Métodos de soporte. Se debe utilizar uno de los siguientes métodos de soporte:

(1) Dispositivos de sujeción construidos con o que empleen cuñas aislantes, introducidas en los extremos de las canalizaciones. Cuando la sujeción del aislamiento no sostenga adecuadamente el cable, se debe sujetar también el conductor.

(2) Insertando cajas en los intervalos exigidos, en las que se hayan instalado soportes aislantes que se aseguren de una manera satisfactoria para soportar el peso de los conductores unidos a los mismos. Las cajas se suministran con tapa.

(3) En las cajas de conexiones, doblando los cables no menos de 90° y llevándolos horizontalmente hasta una distancia no inferior al doble del diámetro del cable, sobre dos o más soportes aislantes, y sujetados además mediante alambres de amarre, si se desea. Cuando se utilice este método, los cables se deben sujetar a intervalos no superiores al 20 % de los establecidos en la Tabla anterior.

(4) Mediante otro método igualmente eficaz.

300.20 Corrientes inducidas en envolventes metálicos ferrosos o canalizaciones metálicas ferrosas.

(A) Conductores juntos agrupados. Cuando se instalen conductores de corriente alterna en envolventes o canalizaciones metálicas ferrosas, deben agrupar de modo que se evite el calentamiento por inducción del metal ferroso circundante.

Para ello, se deben juntar todos los conductores de fase y, cuando los haya, el conductor puesto a tierra y todos los conductores de puesta a tierra de los equipos.

Excepción No. 1: Se permitirá la instalación de los conductores de puesta a tierra del equipo, para algunas instalaciones existentes, separada de los conductores de su circuito asociado, si están tendidos de acuerdo con las disposiciones de la sección 250.130 (C).

Tabla 300.19 (A) Separación entre los soportes de los conductores

Calibre del alambre	**Soporte de los conductores en canalizaciones verticales**	**Conductores**			
		Aluminio o aluminio recubierto de cobre		Cobre	
		m	pies	m	pies
18 AWG hasta 8 AWG	No mayor de	30	100	30	100
6 AWG hasta 1/0 AWG	No mayor de	60	200	30	100
2/0 AWG hasta 4/0 AWG	No mayor de	55	180	25	80
Mayor de 4/0 AWG hasta 350 kcmil	No mayor de	41	135	18	60
Mayor de 350 kcmil hasta 500 kcmil	No mayor de	36	120	15	50
Mayor de 500 kcmil hasta 750 kcmil	No mayor de	28	95	12	40
Mayor de 750 kcmil	No mayor de	26	85	11	35

Excepción No.2: Se permitirá instalar un solo conductor en un envolvente ferromagnético y su uso para calentamiento por efecto Kelvin, de acuerdo con las disposiciones de las secciones 426.42 y 427.47.

(B) Conductores individuales. Cuando un solo conductor de corriente alterna pase a través de un metal con propiedades magnéticas, se deben reducir al mínimo los efectos de la inducción con alguno de estos dos métodos: (1) haciendo ranuras en la parte metálica que quede entre los agujeros por los que pasan los conductores individuales o (2) pasando todos los conductores del circuito a través de una pared aislante suficientemente grande para todos los conductores del circuito.

Excepción: En el caso de circuitos de alimentación para sistemas de alumbrado de vacío o de descarga eléctrica, o de anuncios eléctricos o aparatos de rayos X, las corrientes que pasan por los conductores son tan pequeñas que, cuando estos conductores están ubicados en envolventes metálicos o pasan a través de metales, se pueden despreciar los efectos del calentamiento por inducción.

Nota: Como el aluminio es un metal no magnético, no se producirá

calentamiento por histéresis. No obstante, se presentarán corrientes inducidas. Tales corrientes no son de magnitud suficiente como para que requieran el agrupamiento de los conductores ni otro tratamiento especial cuando pasan los conductores a través de secciones paredes de aluminio.

300.21 Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las instalaciones eléctricas en espacios vacíos, pozos verticales y ductos de ventilación o aire, deben hacerse de modo que no aumente significativamente la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas alrededor las entradas eléctricas que penetren paredes, divisiones, pisos o cielos rasos clasificados como resistentes al fuego, deben ser cortafuegos mediante métodos aprobados, para mantener la clasificación de resistencia contra el fuego.

Nota: Los directorios de materiales eléctricos para la construcción, publicados por laboratorios de prueba calificados, contienen muchos listados de limitaciones que son necesarias para mantener la clasificación de resistencia al fuego de un ensamble en el que se han hecho penetraciones o aberturas. Los códigos para los edificios también contienen limitaciones sobre las penetraciones de membrana en lados opuestos de ensambles para pared resistente al fuego. Un ejemplo es la separación mínima horizontal de 600 mm (24 pulgadas) que se aplica usualmente entre cajas instaladas en las caras opuestas de una pared. En estos directorios y listas de productos se puede encontrar la ayuda necesaria para cumplir con lo establecido en la sección 300.21.

300.22 Alambrado en ductos, cámaras de distribución de aire y otros espacios de circulación de aire. Lo establecido en esta Sección se aplica a la instalación y usos de alambrado y de equipos eléctricos en ductos, cámaras de distribución de aire y otros espacios de circulación de aire.

Nota: Véase el Artículo 424, Parte VI con respecto a los calentadores de ductos.

(A) Ductos para la extracción de polvo, pelusas o vapor. En los ductos utilizados para el transporte de polvo, pelusas o vapores inflamables, no se debe hacer ningún tipo de sistema de alambrado. Tampoco se debe hacer ninguna instalación eléctrica en ductos o fosos que contengan únicamente esos ductos, utilizados para la extracción de vapor o la ventilación de equipo de cocina tipo comercial.

(B) Ductos o cámaras de distribución de aire para ventilación ambiental. En los ductos o cámaras de distribución de aire específicamente construidos para ventilación ambiental, sólo se deben hacer instalaciones eléctricas con cables de tipo MI, o cables de tipo MC con forro impermeable metálico liso o corrugado, sin recubrimiento general no metálico, tubería metálica eléctrica, tubería metálica flexible, conduit metálico intermedio o conduit metálico rígido sin recubrimiento general no metálico. Se permitirá conduit metálico flexible de longitud no superior a 1.2 m (4 pies) para conectar equipos y dispositivos ajustables físicamente, autorizados para su instalación en estos ductos y cámaras de distribución de aire. Los conectores utilizados con conduit metálico flexible deben cerrar eficazmente cualquier abertura en la conexión. Sólo se permitirá instalar equipos y dispositivos en dichos ductos o cámaras de distribución de aire, si son necesarios para actuar en forma directa sobre el aire contenido o detectar el aire contenido. Cuando haya instalados equipos o dispositivos y sea necesaria la iluminación para facilitar su reparación y mantenimiento, se permitirán luminarias encerradas con empaques.

(C) Otros espacios usados para ventilación ambiental. Esta Sección se aplica a los espacios utilizados para el manejo del aire ambiental, distintos de los ductos y cámaras de distribución de aire especificados en 300.22(A) y (B). No incluye recintos habitables o áreas de edificios cuyo

propósito principal no es el manejo de aire.

Nota: El espacio sobre un cielo raso colgante, usado para propósitos de ventilación ambiental es un ejemplo del tipo de otros espacios a los cuales se aplica esta sección.

Excepción: Esta sección no se debe aplicar a los espacios entre vigas o columnas de unidades de vivienda en donde el alambrado pasa a través de estos espacios, perpendicular a la dimensión longitudinal de tales espacios.

(1) Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado para estos otros espacios se deben limitar a barras canalizadas (busway) aisladas, no ventiladas y encerradas totalmente que no tienen disposiciones para conexiones enchufables, cable tipo MI, cable tipo MC sin recubrimiento total no metálico, cable tipo AC, u otro cable multiconductor de control o de potencia ensamblado en fábrica y listado específicamente para ese uso, o ensambles de cable prefabricado listado, de sistemas de alambrado metálico fabricado sin forro no metálico. Se permitirá la instalación de otros tipos de cables, conductores y canalizaciones en tubería metálica eléctrica, tubería metálica flexible, conduit metálico intermedio, conduit metálico rígido sin recubrimiento total no metálico, conduit metálico flexible, o en donde sean accesibles, canalizaciones metálicas superficiales o ductos metálicos de alambres con cubiertas metálicas, o bandejas portacables metálicas de fondo sólido con cubiertas metálicas sólidas.

(2) Equipo. En estos otros espacios se permitirá la instalación de equipo eléctrico con gabinete metálico o con gabinete no metálico listado para ese uso y con características adecuadas de resistencia al fuego y de baja producción de humo, así como con el material de alambrado asociado, adecuado para la temperatura ambiente, a menos que se prohíba en otra parte de este Código.

Excepción: Los sistemas de ventilación integrales se permitirán si están identificados específicamente para este uso.

(D) Equipo de tecnología de información. El alambrado eléctrico en áreas de ventilación por debajo de pisos elevados para equipo de tecnología de información, se permitirá de acuerdo con el Artículo 645.

300.23 Paneles diseñados para permitir el acceso. Los cables, canalizaciones y equipos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso, incluidos los paneles de cielo rasos suspendidos, deben estar instalados y sujetos de manera que permitan quitar los paneles y acceder a los equipos.

II. Requisitos para instalaciones de más de 600 voltios nominales.

300.31 Cubiertas exigidas. En todas las cajas, accesorios y envolventes similares, se deben instalar cubiertas adecuadas para evitar el contacto accidental con partes energizadas o daños físicos a las partes o al aislamiento.

300.32 Conductores de diferentes sistemas. Véase la sección 300.3 (C) (2).

300.34 Radio de curvatura de los conductores. Durante la instalación o después de ella, los conductores no se deben doblar a un radio inferior a 8 veces el diámetro total para conductores no blindados, o 12 veces el diámetro total para conductores blindados o recubiertos de plomo. En cables multiconductores o cables de conductores sencillos multiplexados, con conductores blindados individualmente, el radio mínimo de curvatura es de 12 veces el diámetro de los conductores blindados individualmente o 7 veces el diámetro total, lo que sea mayor.

300.35 Protección contra calentamiento por inducción. Las canalizaciones metálicas y los conductores asociados deben estar dispuestos de manera que se evite el calentamiento de la canalización, de acuerdo con las disposiciones aplicables de la sección 300.20.

300.37 Métodos de alambrado sobre la tierra. Los conductores sobre la tierra se deben instalar en conduit metálico rígido, en conduit metálico intermedio, en tubería metálica eléctrica, en conduit no metálico rígido, en bandejas portacables, y otras canalizaciones identificadas como barras canalizadas (busway), como ensambles de cables con aislamiento en envoltura metálica, o como tendidos a la vista de cable revestido de metal, adecuado para este uso y propósito. En lugares accesibles solamente a personal calificado, también se permitirán tendidos abiertos de cables tipo MV, conductores desnudos y barras colectoras desnudas. También se permitirán barras colectoras, ya sea de cobre o aluminio.

300.39 Conductores aislados con cubierta trenzada. Instalación expuesta. Los tendidos expuestos de conductores aislados con cubierta trenzada deben tener una malla retardante a la llama. Si los conductores usados no tienen esta protección, se debe aplicar a la cubierta trenzada un saturante retardante de llama, después de la instalación. Esta cubierta trenzada tratada se debe retirar hacia atrás hasta una distancia segura en los terminales del conductor, de acuerdo con la tensión de operación. Esta distancia no debe ser inferior a 25 mm (1 pulgada) por cada kilovolt de tensión del conductor a tierra del circuito, en donde sea viable.

300.40 Blindaje del aislamiento. Los componentes del blindaje de aislamiento metálico y semiconductor, de los cables blindados, se deben retirar por una distancia que depende de la tensión del circuito y del aislamiento. Se deben suministrar medios de reducción del esfuerzo dieléctrico, en todas las terminaciones del blindaje aplicado en fábrica.
Los componentes del blindaje metálico, tales como cintas, alambres o mallas, o una combinación de ellos, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra, a una barra colectora de puesta a tierra o a un electrodo de puesta a tierra.

300.42 Protección mecánica o contra la humedad, de cables con forro metálico. Cuando los conductores del cable salen de un forro metálico y es necesaria protección contra la humedad o daños físicos, el aislamiento de los conductores se debe proteger mediante un dispositivo terminal del forro del cable.

300.50 Instalaciones subterráneas.

(A) Generalidades. Los conductores subterráneos se deben identificar para la tensión y las condiciones bajo las cuales se instalan. Los cables para enterramiento directo deben cumplir con las disposiciones de la sección 310.7. Los cables subterráneos se deben instalar de acuerdo con las secciones 300.50 (A) (1) o (A) (2), y la instalación debe cumplir los requisitos de profundidad de la Tabla 300.50.

(1) Cables blindados y no blindados en ensambles de cables con blindaje

metálico. Los cables subterráneos, incluidos los cables no blindados, cables tipo MC y cables con forro metálico impermeable a la humedad, deben tener estos forros puestos a tierra a través de una trayectoria de puesta a tierra efectiva que cumpla con los requisitos de la sección 250.4 (A) (5) o (B) (4). Se deben enterrar directamente o instalar en canalizaciones identificadas para ese uso.

(2) Otros cables no blindados. Otros cables no blindados no tratados en la sección 300.50 (A) (1) se deben instalar en conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio o conduit no metálico rígido, encerrado en no menos de 75 mm (3 pulgadas) de concreto.

(B) Protección contra daños. Los conductores que salen de la tierra se deben encerrar en canalizaciones listados. Las canalizaciones instaladas en postes deben ser de conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit de PVC, SCH 80, o su equivalente, que se extienda desde la mínima profundidad de cubierta bajo tierra que se especifica en la Tabla 300.50, hasta un punto a 2.5 m (8 pies) sobre el nivel terminado del terreno. Los conductores que entran en un edificio se deben proteger mediante un gabinete o canalización aprobados, desde la profundidad de cubierta mínima hasta el punto de entrada. Cuando los conductores, canalizaciones o cables de enterramiento directo están expuestos a movimiento por asentamiento o heladas, se deben instalar para impedir daño a los conductores encerrados o al equipo conectado a las canalizaciones. Los envolventes metálicos se deben poner a tierra.

(C) Empalmes. Se permitirá que los cables de enterramiento directo sean empalmados o derivados sin el uso de cajas de empalme, siempre y cuando se instalen usando materiales adecuados para esa aplicación. Las derivaciones y empalmes deben ser herméticos al agua y protegidos contra daños mecánicos. Cuando los cables están blindados, el blindaje debe ser continuo a través del empalme o derivación.

Excepción: En los empalmes de un sistema de alambrado con diseño de ingeniería, se permitirá interrumpir y traslapar los blindajes metálicos de los cables de un solo conductor enterrados directamente, y con una separación constante entre fases. Si los blindajes son interrumpidos y traslapados, cada sección de blindaje se debe poner a tierra en un punto.

(D) Relleno. El relleno que contenga rocas grandes, materiales de pavimentación, escoria, materiales angulares grande o afilados, o materiales corrosivos, no se deben colocar en una excavación en la que los materiales puedan dañar o contribuir a la corrosión de las canalizaciones, cables u otras subestructuras, o impedir la compactación adecuada del relleno.
Se debe brindar protección en forma de material granular o seleccionado, o manguitos adecuados, para evitar que las canalizaciones o cables sufran daño físico.

(E) Sello de la canalización. Cuando una canalización entra desde un sistema subterráneo, el extremo que se encuentra dentro del edificio se debe sellar con un compuesto identificado, con el fin de impedir la entrada de humedad o gases, o se debe colocar de manera que se impida el contacto de la humedad con las partes vivas.

Tabla 300.50 Requisitos mínimos de cubierta (a)

Tensión del circuito	Condiciones generales (no especificadas de otra manera)						Condiciones especiales (se usan si es aplicable)					
	(1) Cables enterrados directamente (d)		(2) Conduit no metálico rígido (b)		(3) Conduit metálico rígido y conduit metálico intermedio		(4) Canalizaciones bajo edificios o losas de concreto exteriores, con espesor mínimo de 100 mm (4 pulgadas) (c)		(5) Cables en canalizaciones de aeropuertos o áreas adyacentes en donde se prohíbe el paso		(6) Áreas sometidas a tráfico vehicular tales como vías públicas o áreas comerciales para estacionamiento	
	mm	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada
Mayor de 600 voltios hasta 22 kV	750	30	450	18	150	6	100	4	450	18	600	24
Mayor de 22 kV hasta 40 kV	900	36	600	24	150	6	100	4	450	18	600	24
Mayor de 40 kV	1000	42	750	30	150	6	100	4	450	18	600	24

Notas generales:
1. Se permitirán profundidades menores cuando se exige altura de los conductores o cables para las terminaciones o los empalmes o cuando se necesita tener acceso.
2. Cuando la roca sólida evita el cumplimento con las especificaciones de profundidad de la cubierta de esta tabla, el alambrado se debe instalar en una canalización metálica o no metálica permitida para enterramiento directo. La canalización debe estar cubierta con un mínimo de 50 mm (2 pulgadas) de concreto que se extienda hasta la roca.
3. En establecimientos industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garantizan que personas calificadas atenderán la instalación, se permitirá que los requisitos mínimos de profundidad de la cubierta, para conductos diferentes del conduit metálico rígido y el conduit metálico intermedio, se reduzcan 150 mm (6 pulgadas) por cada 50 mm (2 pulgadas) de concreto o equivalente, colocado totalmente dentro de la zanja por encima de la instalación subterránea.

Notas específicas:
(a) Cubierta bajo tierra se define como la distancia más corta, en milímetros (pulgadas), medida entre un punto en la superficie superior de cualquier conductor, cable, conduit u otra canalización enterrada directamente, y la superficie superior del nivel terminado del terreno, concreto u otra cubierta similar.
(b) Listado por una agencia de pruebas calificada, como adecuado para enterramiento directo sin revestimiento. Todos los otros sistemas no metálicos requerirán 50 mm (2 pulgadas) de concreto o su equivalente sobre el conduit, adicional a la profundidad que se indica en la tabla.
(c) La losa debe sobresalir de la instalación subterránea un mínimo de 150 mm (6 pulgadas), y se debe colocar una cinta de advertencia u otro medio eficaz y adecuado para las condiciones, sobre la instalación subterránea.
(d) La ubicación de cables subterráneos enterrados directamente que no están encerrados ni protegidos con concreto y están enterrados a 750 mm (30 pulgadas) o más por debajo del suelo, se debe identificar con una cinta de advertencia que se coloca en la zanja por lo menos a 300 mm (12 pulgadas) por encima de los cables.

ARTÍCULO 310
Conductores para alambrado en general

10.1 Alcance. Este Artículo trata de los requisitos generales de los conductores y de sus denominaciones de tipos, aislamiento, marcado, resistencia mecánica, ampacidad de corriente y usos. Estos requisitos no se aplican a los conductores que forman parte integral de equipos como motores, controladores de motores y equipos similares, ni a los conductores específicamente tratados en otras partes de este Código.

> **NOTA**. Para los cordones y cables flexibles, véase el Artículo 400. Para los cables de artefactos, véase el Artículo 402.

310.2 Conductores.

(A) Aislados. Los conductores deben ser aislados.

> *Excepción: Cuando se permitan específicamente en este Código conductores cubiertos o desnudos.*
>
> > **NOTA**. Para el aislamiento de los conductores del neutro de un sistema de alta tensión sólidamente puesto a tierra, véase la sección 250.184.

(B) Material de los conductores. Si no se especifica otra cosa, los conductores a los que se refiere este Artículo deben ser de aluminio, aluminio recubierto de cobre o cobre.

310.3 Conductores trenzados. Cuando están instalados en canalizaciones, los conductores con calibre 8 AWG (8.36 mm²) y mayor deben ser trenzados.

> *Excepción: Como se permita o exija en otras partes de este Código.*

310.4 Conductores en paralelo.

(A) Generalidades. Se permitirá que los conductores de aluminio, aluminio recubierto de cobre o cobre de calibre 1/0 AWG (53.50 mm²) y mayor, que sean los conductores de cada fase, polaridad, del neutro o del conductor puesto a tierra de un circuito, estén conectados en paralelo (unidos eléctricamente en ambos extremos).

> *Excepción No. 1: Se permitirá instalar en paralelo conductores con calibre inferior a 1/0 AWG (53.50 mm²) para suministrar alimentación de control a instrumentos de medida, contactores, relés, solenoides y otros dispositivos de control similares, o para frecuencias de 360 Hz y más, siempre que se apliquen todos las siguientes condiciones:*
>
> > *(a) Estén contenidos dentro de la misma canalización o cable.*
> >
> > *(b) La ampacidad de cada conductor individual sea suficiente para transportar toda la corriente que comparten los conductores en*

paralelo.

(c) La protección contra sobrecorriente sea tal que no se supere la ampacidad de cada conductor individual, si uno o más de los conductores en paralelo se desconectaran accidentalmente.

Excepción No. 2: Bajo la supervisión de personal experto, se permitirá tender en paralelo conductores neutros puestos a tierra de calibre 2 AWG (33.62 mm²) y mayor, en las instalaciones ya existentes.

NOTA para la Excepción No. 2: La Excepción No. 2 se puede utilizar para disminuir el recalentamiento de los conductores del neutro en instalaciones existentes, causado por las corrientes con alto contenido de tercer armónico.

(B) Características de los conductores. Los conductores en paralelo de cada fase, polaridad, del neutro, conductor puesto a tierra del circuito o conductor de puesta a tierra de equipos, deben cumplir con las siguientes condiciones:

(1) Tener la misma longitud.
(2) Ser del mismo material conductor.
(3) Ser del mismo calibre (de la misma sección transversal).
(4) Tener el mismo tipo de aislamiento.
(5) Terminar de la misma manera.

(C) Cables o canalizaciones separadas. Cuando los conductores se tiendan en cables o canalizaciones distintas, los cables o canalizaciones deben tener la misma cantidad de conductores y las mismas características eléctricas y físicas. No se exigirá que los conductores de una fase, polaridad, del neutro, conductor puesto a tierra del circuito o conductor de puesta a tierra de equipos, tengan las mismas características físicas que los de otra fase, polaridad, del neutro, conductor puesto a tierra del circuito o conductor de puesta a tierra de equipos, para lograr equilibrio.

(D) Ajuste de la ampacidad. Los conductores instalados en paralelo deben cumplir con las disposiciones de la sección 310.15 (B) (2) (a).

(E) Conductores de puesta a tierra de equipos. Cuando se usen conductores en paralelo de puesta a tierra de equipos, se deben dimensionar de acuerdo con la sección 250.122. Se permitirán conductores seccionados de puesta a tierra de equipos con calibre inferior al 1/0 AWG *(53.50 mm²)* en cables multiconductores, de acuerdo con la sección 310.13, siempre que el área circular combinada en mils en cada cable cumpla con lo que se indica en la sección 250.122.

310.5 Calibre mínimo de los conductores. El calibre mínimo de los conductores debe ser como se presenta en la Tabla 310.5, excepto lo que se permita en otras partes de este Código.

310.6 Blindaje. Los conductores aislados con dieléctricos sólidos que funcionan a más de 2,000 voltios en instalaciones permanentes, deben tener un aislamiento resistente al ozono y estar blindados. Todos los blindajes metálicos del aislamiento deben estar conectados al conductor del electrodo de puesta a tierra, a la barra colectora de puesta a tierra o al electrodo de puesta a tierra. El blindaje tiene por finalidad limitar los esfuerzos a los que la tensión eléctrica somete al aislamiento.

Excepción No. 1: Se permitirá usar conductores aislados no blindados listados por un laboratorio de pruebas calificado, en instalaciones de hasta 2400 voltios, con las siguientes condiciones:

(a) Los conductores deben tener un aislamiento resistente a las descargas eléctricas y los caminos conductores superficiales o, el(los) conductor(es) aislado(s), debe(n) estar recubierto(s) con un material resistente al ozono, a las descargas eléctricas y a caminos conductores superficiales.

Tabla 310.5. Calibre mínimo de los conductores

Tensión nominal del conductor (Voltios)	Calibre mínimo del conductor (AWG)	
	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre
De 0 a 2,000	14 *(2.08 mm²)*	12 *(3.30 mm²)*
De 2,001 a 8,000	8 *(8.36 mm²)*	8 *(8.36 mm²)*
De 8,001 a 15,000	2 *(33.62 mm²)*	2 *(33.62 mm²)*
De 15,001 a 28,000	1 *(42.20 mm²)*	2 *(33.62 mm²)*
De 28,001 a 35,000	1/0 *(53.50 mm²)*	1/0 *(53.50 mm²)*

(b) Cuando se usen en lugares mojados, el(los) conductor(es) aislado(s) debe(n) tener una chaqueta no metálica que los cubra totalmente, o un forro metálico continuo.

(c) El espesor del aislamiento y del recubrimiento deben estar de acuerdo con la Tabla 310.13 (D).

Excepción No. 2: Cuando se permita en la sección 310.7, Excepción No. 2.

310.7 Conductores enterrados directamente. Los conductores usados para aplicaciones de enterramiento directo deben ser de un tipo identificado para ese uso.
Los cables con valor nominal de más de 2,000 voltios deben ser blindados.

Excepción No. 1: Se permitirá usar cables multiconductores no blindados con valor nominal de entre 2,001 y 2,400 voltios, si el cable tiene un blindaje o armadura metálica que lo cubra totalmente.

El blindaje, forro o armadura metálicos se deben conectar al conductor del electrodo de puesta a tierra, a la barra colectora de puesta a tierra o al electrodo de puesta a tierra.

310.8 Lugares.

(A) Lugares secos. Los conductores y cables aislados usados en lugares secos, deben ser de cualquiera de los tipos identificados en este Código.

(B) Lugares secos y húmedos. Los conductores y cables aislados usados en lugares secos y húmedos deben ser de los tipos FEP, FEPB, MTW, PFA, RHH, RHW, RHW-2, SA, THHN, THW, THW-2, THHW, THWN, THWN-2, TW, XHH, XHHW, XHHW-2, Z o ZW.

(C) Lugares mojados. Los conductores y cables aislados usados en lugares mojados deben cumplir con uno de las siguientes condiciones:

(1) Tener forro metálico impermeable a la humedad.

(2) Ser de los tipos MTW, RHW, RHW-2, TW, THW, THW-2, THHW, THWN, THWN-2, XHHW, XHHW-2, ZW.

(3) Ser de un tipo listado para uso en lugares mojados.

(D) Lugares expuestos a la luz solar directa. Los conductores o cables aislados donde estén expuestos directamente a los rayos solares deben cumplir con (D) (1) o (D) (2):

(1) Los conductores y cables deben estar listados, o listados y marcados como resistentes a la luz solar.

(2) Los conductores y cables deben estar recubiertos con material aislante, tal como una cinta o manguito, que esté listado, o listado y marcado como resistente a la luz solar.

310.9 Condiciones corrosivas. Los conductores expuestos a grasas, aceites, vapores, gases, humos, líquidos u otras sustancias que tengan un efecto nocivo sobre el conductor o el aislamiento, deben ser de un tipo adecuado, listado y certificado para esa aplicación.

310.10 Límites de temperatura de los conductores. Ningún conductor se debe utilizar de modo que su temperatura de funcionamiento supere la temperatura para la cual se diseña el tipo de conductor aislado al que pertenezca. En ningún caso se deben unir los conductores de modo que, con respecto al tipo de circuito, al método de alambrado aplicado o al número de conductores, se supere el límite de temperatura de alguno de los conductores.

NOTA. El valor nominal de temperatura de un conductor [véanse las Tablas 310.13(A) y 310.13(C)] es la temperatura máxima, en cualquier punto de su longitud, que puede soportar el conductor durante un prolongado periodo de tiempo sin que se produzcan daños considerables. Las Tablas de ampacidad permisible, las Tablas de ampacidad del Artículo 310 y las ampacidades del Anexo B, así como los factores de corrección al final de esas Tablas y las notas a las mismas, ofrecen orientación para coordinar el tipo, calibre, ampacidad permisible, ampacidad, temperatura ambiente y número de conductores asociados.

Los principales determinantes de la temperatura de funcionamiento son:

(1) La temperatura ambiente. La temperatura ambiente puede variar a lo largo del conductor y con el tiempo.

(2) El calor generado interiormente en el conductor por el paso de la corriente, incluidas las corrientes fundamentales y sus armónicos.

(3) El valor nominal de disipación del calor generado en el medio ambiente. El aislamiento térmico que cubre o rodea a los conductores afecta el valor nominal de disipación del calor.

(4) Los conductores adyacentes portadores de corriente. Los conductores adyacentes tienen el doble efecto de elevar la temperatura ambiente e impedir la disipación de calor.

310.11 Marcado o rotulado

(A) Información exigida. Todos los conductores y cables deben estar marcados o rotulados con la siguiente información, usando el método aplicable de los descritos en la sección 310.11 (B):

(1) La tensión nominal máxima que soporta el conductor.

(2) La letra o letras que indican el tipo de alambre o cable, tal como se especifica en otra parte de este Código.

(3) El nombre del fabricante, marca comercial u otra marca distintiva que permita identificar fácilmente a la organización responsable del producto.

(4) El calibre o sección transversal AWG o área en circular mils, o en mm².

NOTA: Véanse las propiedades de los conductores, Tabla 8 - Capítulo 9, con respecto al área expresada en unidades SI para calibres de conductores especificados en AWG o área en circular mils.

(5) Los ensambles de cable en donde el conductor neutro es más pequeño que los conductores no puestos a tierra, deben estar marcados como tales.

(B) Métodos de marcado.

(1) Marcado en la superficie. Los siguientes conductores y cables se deben marcar en su superficie en forma indeleble. El calibre AWG o área en circular mils, o mm² se deben repetir a intervalos no superiores a 610 mm (24 pulgadas). Todas las demás marcas se deben repetir a intervalos no superiores a 1.0 m (40 pulgadas).

(1) Cables y alambres de uno o varios conductores, con aislamiento de goma o termoplástico.

(2) Cables con forro no metálico.

(3) Cables de entrada de la acometida.

(4) Cables de alimentadores y circuitos ramales subterráneos.

(5) Cables para bandejas portacables.

(6) Cables de equipos de riego.

(7) Cables de potencia limitada para bandejas portacables.

(8) Cables para bandejas portacables de instrumentación.

(2) Cinta de marcar. Para marcar los cables multiconductores con recubrimiento metálico, se debe emplear una cinta de marcar situada dentro del cable y a todo lo largo del mismo.

Excepción No .1: Los cables con forro metálico y aislamiento mineral.

Excepción No. 2: Los cables de tipo AC.

Excepción No. 3: Se permitirá que la información exigida en la sección 310.11(A) se marque en forma duradera en el recubrimiento externo no metálico de los cables de tipos MC, ITC o PLTC, a intervalos no superiores a 1.0 m (40 pulgadas).

Excepción No. 4: Se permitirá que la información exigida por la sección 310.11(A) esté marcada en forma duradera en un revestimiento no metálico colocado bajo el forro metálico de los cables Tipo ITC o PLTC, a intervalos no mayores a 1.0 m (40 pulgadas).

NOTA. Los cables incluidos en el grupo de cables con recubrimiento metálico son de tipo AC (Artículo 320), tipo MC (Artículo 330) y cable con forro de plomo.

(3) Marcado mediante etiquetas. Los siguientes cables y conductores se deben marcar mediante una etiqueta impresa sujeta al rollo, bobina o caja de cartón del cable:

(1) Cables con forro metálico y aislamiento mineral.

(2) Alambres de los tableros de distribución.

(3) Cables de un solo conductor con recubrimiento metálico.

(4) Cables de tipo AC.

(4) Marcado opcional del calibre del cable. Se permitirá que la información exigida en la sección 310.11 (A) (4) esté marcada en la superficie de cada conductor aislado de los siguientes cables multiconductores:

(1) Cables de tipo MC.

(2) Cables para bandejas.

(3) Cables de equipo de riego.

(4) Cables de potencia limitada para bandejas.

(5) Cables de potencia limitada para sistemas de alarma contra incendios.

(6) Cables para bandejas de instrumentación.

(C) Sufijos para designar el número de conductores. Un tipo de letra o letras solas deben indicar un solo conductor aislado. Las siguientes letras utilizadas como sufijo indican:

(1) D - Dos conductores aislados, en paralelo, dentro de un recubrimiento exterior no metálico.

(2) M - Conjunto de dos o más conductores aislados y torcidos en espiral, dentro de un recubrimiento exterior no metálico.

(D) Marcado opcional. Se permitirá que todos los conductores y cables incluidos en el Capítulo 3, estén marcados en su superficie para indicar características especiales de los materiales de los cables. Estas marcas incluyen, pero no se limitan a marcas para humo limitado, resistente a la luz solar, etc.

310.12 Identificación de los conductores.

(A) Conductores puestos a tierra (Neutro). Los conductores aislados o cubiertos puestos a tierra deben estar de acuerdo con la sección 200.6.

(B) Conductores de puesta a tierra de los equipos. Los conductores de puesta a tierra del equipo deben estar de acuerdo con la sección 250.119.

(C) Conductores no puestos a tierra. Los conductores que estén proyectados para usarlos como conductores no puestos a tierra, si se usan como conductores individuales o en cables multiconductores, deben estar acabados de modo que se distingan claramente de los conductores puestos a tierra y de los conductores de puesta a tierra. Las marcas distintivas no deben interferir en modo alguno con las marcas superficiales exigidas en la sección 310.11 (B) (1). Los conductores no puestos a tierra de los circuitos ramales se deben identificar de acuerdo con la sección 210.5 (C). Los alimentadores se deben identificar según la sección 215.12.

Excepción: Se permitirá la identificación del conductor de acuerdo con la sección 200.7.

310.13 Construcción y aplicación de los conductores. Los conductores aislados deben cumplir las disposiciones aplicables de las Tablas: 310.13 (A) hasta la Tabla 310.13 (E).

Tabla 310-13 Aplicaciones y aislamiento de los conductores:

Nombre comercial	Letras de tipo	Temp. Máx. de funcionamiento	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Espesor del aislamiento mm*	AWG o kcmil	mils	Recubrimiento externo (1)
Etileno-propileno fluorado	FEP o FEPB	90 °C 194 °F 200 °C 392 °F	Lugares secos y húmedos Lugares secos en aplicaciones especiales (2)	Etileno-propileno fluorado Etileno-propileno fluorado	2,08-5,25 8,36-33,62 2,08-8,36 13,29-33,62	14-10 8-2 14-8 6-2	0,51 0,76 0,36 0,36	Ninguno Trenza de vidrio Vidrio u otro material trenzado adecuado
Aislamiento mineral (con recubrimiento metálico)	MI	90 °C 194 °F 250 °C 482 °F	Lugares secos y mojados Para aplicaciones especiales (2)	Oxido de magnesio	0,82-1,311, 31-5,25 6,63-21,14 26,66-253,35	18-16(3) 16-10 9-4 3-500	0,58 0,91 1,27 1,4	De cobre o aleación de acero
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y al aceite	MTW	60 °C 140 °F 90 °C 194 °F	Instalaciones de máquinas herramientas en lugares mojados. Instalaciones de máquinas herramientas en lugares secos.	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad, al calor y al aceite	0,32-3,30 5,25 8,36 13,29 21,14-33,62 42,2-107,21 126,67-253,35 278,68-506,70	22-12 10 8 6 4-2 1-4/0 250-500 550-1000	A 0,76 0,76 1,14 1,52 1,52 2,03 2,41 2,79	B 0,38 0,51 0,76 0,76 1,02 1,27 1,52 1,78	A = Ninguno B = Chaqueta de Nylon equivalente
Papel		85 °C	Para conductores subterráneos de acometida o con permiso especial	Papel				Blindaje de plomo
Perfluoro-alcoxi	PFA	90°C 200°C	Lugares secos y húmedos Lugares secos aplicaciones especiales (3)	Perfluoro-alcoxi	2,08-5,25 8,36-33,62 42,2-107,21	14-10 8-2 1-4/0	0,51 0,76 1,14	Ninguno
Perfluoro-alcoxi	PFAH	250°C	Solo para lugares secos. Sólo para cables dentro de artefactos o de conductos conectados a artefactos (sólo de níquel o de cobre recubiertos de níquel	Perfluoro-alcoxi	2,08-5,25 8,36-33,62 42,2-107,21	14-10 8-2 1-4/0	0,51 0,76 1,14	Ninguno
Plástico termoendurecible resistente a la humedad	RHW(6)	75°C	Lugares secos y mojados. Si el aislante es de más de2000 V, debe ser resistente al ozono	Plástico termoendurecible resistente a la humedad y retardante de la llama	2,08-5,25 8,36-33,62 42,2-107,21 126,67-253,35 278,68-506,70 557,37-1013,4	14-10 8-2 1-4/0 250-500 550-1000 1100-200	1,14 1,52 2,03 2,41 2,80 3,18	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante de la llama(4)
					Para 601 V – 2000 V, ver tabla 310-62			

Nombre comercial	Letras de tipo	Temp. máx. de funcionamiento	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Espesor del aislamiento			Recubrimiento externo (1)
					mm²	AWG o kcmil	mm	
Plástico termoendurecible resistente a la humedad	RHW-2	90 °C	Lugares secos y mojados	Plástico termoendurecible resistente a la humedad y retardante de la llama	2,08-5,25 8,36-33,62 42,2-107,21 126,67-253,35 278,68-506,70 557,37-1013,4	14-10 8-2 1-4/0 250-500 550-1000 1100-200	1,14 1,52 2,03 2,41 2,80 3,18	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante de la llama(4)
					Para 601V-2000 V, ver Tabla 310-62			
Silicona	SA	90 °C 200 °C	Lugares secos y húmedos Para aplicaciones especiales (3)	Caucho de silicona	2,08-5,25 8,36-33,62 42,2-107,21 126,67-253,35 278,68-506,70 557,37-1013,4	14-10 8-2 1-4/0 250-500 550-1000 1100-200	1,14 1,52 2,03 2,41 2,80 3,18	Malla de vidrio u otro material adecuado
Plástico termoendurecible	SIS	90 °C	Sólo para cableado de tableros	Plástico termoendurecible retardante de la llama	2,08-5,25 8,3M3,62 42,2-107,21	14-10 8-2 1-4/0	0,76 1,14 1,4	Ninguno
Termoplástico Y mallas externas fibrosas	TBS	90 °C	Sólo para cableado de tableros	Termoplástico	2,08-5,25 8,36 13,29-33,62 42,2-107,21	14-10 8 6-2 1-4/0	0,76 1,14 1,52 2,03	Recubrimiento no metálico retardante de la llama
Politetra-fluoroeflleno extendido	TFE	250°C	Sólo lugares secos. Sólo para cables dentro de artefactos o dentro de canalizaciones conectadas a artefactos, o como cableado a la vista(soto de níquel o níquel recubierto de cobre)	Politetrafluoroetl-leno extruido	2,08-5,25 8,36-33,62 42,2-107,21	14-10 8-2 1-4/0	0,51 0,76 1,14	Ninguno
Termoplástico resistente al calor	THHN	90 °C	Lugares secos y húmedos	Termoplástico resistente al calor y retardante de la llama	2,08-3,30 5,25 8,36-13,29 21,14-33,62 42,2-107,21 126,67-253,35 278,68-506,70	14-12 10 8-6 4-2 1-4/0 250-500 550-1000	0,38 0,51 0,76 1,02 1,27 1,52 1,78	Chaqueta de nylon o equivalente
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THHW	75 °C 90 °C	Lugares mojados Lugares secos	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	2,08-5,25 8,36-33,62 42,2-107,21 126,67-253,35 278,68-506,70	14-10 8-2 1-4/0 250-500 550-1000	1,14 1,52 2,03 2,41 2,80	Ninguno
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THW (6)	75 °C 90 °C	Lugares secos y mojados Aplicaciones especiales en equipos de iluminación por descarga. Limitado a1000 V en circuito abierto o menos (sólo cables de los números 14-8, como permite el Artículo410-13)	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	2,08-5,25 8,36-33,62 42,2-107,21 126,67-253,35 278,68-506,70 557,37-1013,4	14-10 8-2 1-4/0 250-500 550-1000 1100-2000	1,14 1,52 2,03 2,41 2,80 3,18	Ninguno

Nombre comercial	Letras de tipo	Temp. max. de funcionamiento	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Espesor del aislamiento			Recubrimiento externo (1)
					mm²	AWG o kcmil	mm	
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THWN (8)	75° C	Lugares secos y mojados	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	2,08-3,30 5,25 8,36-13,29 21,14-33,62 42,2-107,21 126,67-253,35 278,68-506,70	14-12 10 8-6 4-2 1-4/0 250-500 550-1000	0,38 0,51 0,76 1,02 1,27 1,52 1,78	Chaqueta de nylon o equivalente
Termoplástico resistente a la humedad	TW	60° C	Lugares secos y mojados	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	2,08-5,25 8,36 13,29-33,62 42,2-107,21 126,67-253,35 278,68-506,70 557,37-1013,4	14-10 8 6-2 1-4/0 250-500 550-1000 1100-2000	0,76 1,14 1,52 2,03 2,41 2,80 3,18	Ninguno
Cable de alimentadores y circuitos ramales de un solo conductor (para cables de tipo UF con más de un conductor, ver la Sección 339)	UF	60° C 75°C (7)	Ver Sección 339	Resistente a la humedad. Resistente al calor y a la humedad	2,08-5,25 8,36-33,62 42,2-107,21	14-10 8-2 1-4/0	1,52(8) 2,03(8) 2,41 (8)	Integrado con el aislante
Cable subterráneo de acometida, de un solo conductor (para cables de tipo USE con más de un conductor, ver a Sección 338)	USE (8)	75°C	Ver Sección 338	Resistente al calor y a la humedad	3,30-5,25 8,36-33,62 42,2-107,21 126,67-253,35 278,68-506,70 557,37-1013,4	12-10 8-2 1-4/0 250-500 550-1000 1100-2000	1,14 1,52 2,03 2,41 (9) 2,80 3,18	Recubrimiento no metálico resistente a la humedad. Ver Artículo 338-1 .b)
Plástico termoendurecible	XHH	90 °C	Lugares secos y húmedos	Plástico termoendurecible retardante de la llama	2,08-5,25 8,36-33,62 42,2-107,21 126,67-253,35 278,68-506,70 557,37-1013,4	14-10 8-2 1-4/0 250-500 550-1000 1100-2000	0,76 1,14 1,40 1,65 2,03 2,41	Ninguno
Plástico termoendurecible resistente a la humedad	XHHW (8)	90 °C 75 °C	Lugares secos y húmedos Lugares mojados	Plástico termoendurecible retardante de la llama y resistente a la humedad	2,08-5,25 8,36-33,62 42,2-107,21 126,67-253,35 278,68-506,70 557,37-1013,4	14-10 8-2 1-4/0 250-500 550-1000 1100-2000	0,76 1,14 1,40 1,65 2,03 2,41	Ninguno
Plástico termoendurecible resistente a la humedad	XHHW-2	90 °C	Lugares secos y mojados	Plástico termoendurecible retardante de la llama y resistente a la humedad	2,08-5,25 8,36-33,62 42,2-107,21 126,67-253,35 278,68-506,70 557,37-1013,4	14-10 8-2 1-4/0 250-500 550-1000 1100-2000	0,76 1,14 1,40 1,65 2,03 2,41	Ninguno
Etileno-tetrafluoroetileno modificado	Z	90 °C 150 °C	Lugares secos y húmedos. Lugares secos aplicaciones especiales (3)	Etileno-tetrafluoroetileno modificado	2,08-3,30 5,25 8,36-21,14 26,66-42,20 42,2-107,21	14-12 10 8-4 3-1 1/0-4/0	0,38 0,51 0,64 0,89 1,14	Ninguno
Etileno-tetrafluoroetileno modificado	ZW(6)	75 °C 90 °C 150 °C	Lugares mojados. Lugares secos y húmedos. Lugares secos aplicaciones especiales (3)	Etileno-tetrafluoroetileno modificado	2,08-5,25 8,36-33,62	14-10 8-2	0,76 1,14	Ninguno

Continuación:

Notas a la Tabla 310-13 (a)

1) Algunos aislamientos no requieren recubrimiento exterior.

2) Cuando las condiciones de diseño requieren que la temperatura máxima de funcionamiento del conductor sea superior a 90 °C (194 °F).

3) Para circuitos de señales que permiten un aislamiento de 300 V.

4) Algunos aislantes de goma no requieren recubrimiento externo.

5) Incluye chaqueta integral.

6) En cuanto a la limitación de la capacidad de corriente, ver el Artículo 340.80.

7) En los conductores de tipo USE que hayan sido sometidos a investigación especial, se permite que el aislamiento sea de 2,03 mm de espesor. No se requiere que el recubrimiento no metálico de conductores aislados cubiertos de caucho o cables con recubrimiento de aluminio y los cables blindados de plomo o de varios conductores, sea retardante de la llama. Para los cables de tipo MC, ver el Artículo 330.104. Para los cables de forro no metálico, ver el Artículo 334. Para los cables de tipo UF, ver el Artículo 340, parte III.

Se permitirá el uso de estos conductores en cualquiera de los métodos de alambrado reconocidos en el Capítulo 3 y como se especifique en sus respectivas Tablas, o como se permita en otras partes de este Código.

NOTA. Los aislamientos termoplásticos se pueden endurecer a temperaturas inferiores a -10° C (+ 14° F). A temperatura normal, los aislamientos termoplásticos también se pueden deformar si están sometidos a presión, tal como en los puntos de soporte. Si se utilizan aislantes termoplásticos en circuitos de c.c. en lugares mojados, se puede producir una electroendósmosis entre el conductor y el aislamiento.

Se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos estén subdivididos dentro de un cable multiconductor listado, siempre que el área combinada en circular mils cumpla con lo que se especifica en la sección 250.122.

Tabla 310.13 (b) Espesor del aislamiento para conductores no blindados de tipos RHH y RHW aislados con dieléctricos sólidos y con tensión nominal de 2000 voltios

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Columna A[1]		Columna B[2]	
	mm	mils	mm	mils
14 - 10	2.03	80	1.52	60
8	2.03	80	1.78	70
6 - 2	2.41	95	1.78	70
1 - 2/0	2.79	110	2.29	90
3/0 - 4/0	2.79	110	2.29	90
213 - 500	3.18	125	2.67	105
501-1000	3.56	140	3.05	120
1001-2000	3.56	140	3.56	140

[1]Columna A: Los aislamientos se limitan a goma natural, SBR y de goma butilo.

Tabla 310.13 (c) Aplicaciones y aislamiento de los conductores con tensión nominal de 2001 voltios y más

Nombre comercial	Letra de tipo	Temperatura máxima de funcionamiento	Disposición para la aplicación	Aislamiento	Recubrimiento externo
Dieléctrico sólido de media tensión	MV-90	90º C 105º C	Lugares secos o mojados	Termoplástico o termofijo	Chaqueta, forro o armadura
	MV-105*				

* Cuando las condiciones de diseño exigen temperaturas máximas del conductor por encima de 90º C.

Tabla 310.13 (d) Espesor del aislamiento y de la chaqueta para conductores aislados con dieléctricos sólidos sin blindaje, con tensión nominal de 2,400 voltios.

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	**Lugares secos, conductor individual**						**Lugares mojados o secos**					
	Sin aislamiento de chaqueta		Con chaqueta				Conductor individual				Aislamiento del multiconductor *	
			Aislamiento		Chaqueta		Aislamiento		Chaqueta			
	mm	mils	mm	mils	mm	mils	mm	mils	mm	mils	mm	mils
8	2.79	110	2.29	90	0.76	30	3.18	125	2.03	80	2.29	90
6	2.79	110	2.29	90	0.76	30	3.18	125	2.03	80	2.29	90
4 - 2	2.79	110	2.29	90	1.14	45	3.18	125	2.03	80	2.29	90
1 - 2/0	2.79	110	2.29	90	1.14	45	3.18	125	2.03	80	2.29	90
3/0 - 4/0	2.79	110	2.29	90	1.65	65	3.18	125	2.41	95	2.29	90
213 - 500	3.05	120	2.29	90	1.65	65	3.56	140	2.79	110	2.29	90
501 - 750	3.3	130	2.29	90	1.65	65	3.94	155	3.18	125	2.29	90
751 - 1000	3.3	130	2.29	90	1.65	65	3.94	155	3.18	125	2.29	90
1001 - 1250	3.56	140	2.92	115	1.65	65	4.32	170	3.56	140	2.92	115
1250 - 1500	3.56	140	2.92	115	2.03	80	4.32	170	3.56	140	2.92	115
1501 - 2000	3.56	140	2.92	115	2.03	80	4.32	170	3.94	155	3.56	140

* Bajo un recubrimiento común total como por ejemplo una chaqueta, un forro o una armadura.

Tabla 310.13(e) Espesor del aislamiento para conductores blindados aislados con dieléctricos sólidos con tensión nominal de 2001 a 35,000 voltios

Calibre del conductor (AWG o Kcmil)	2,001 a 5,000 Voltios		5,001 a 8,000 Voltios						8,001 a 15,000 Voltios						15,001 a 25,000 Voltios					
	Nivel (1) de aislamiento del 100 por ciento		Nivel (1) de aislamiento del 100 por ciento				Nivel (3) de aislamiento del 173 por ciento		Nivel (1) de aislamiento del 100 por ciento		Nivel (2) de aislamiento del 133 por ciento		Nivel (3) de aislamiento del 173 por ciento		Nivel (1) de aislamiento del 100 por ciento		Nivel (2) de aislamiento del 133 por ciento		Nivel (3) de aislamiento del 173 por ciento	
	mm	mils	mm	mils	mm	mils	mm	mils	mm	mils	mm	mils	mm	mils	mm	mils	mm	mils	mm	mils
8	2.29	90	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6 - 4	2.29	90	2.92	115	3.56	140	4.45	175	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	2.29	90	2.92	115	3.56	140	4.45	175	4.45	175	5.59	220	6.6	260	--	--	--	--	--	--
1	2.29	90	2.92	115	3.56	140	4.45	175	4.45	175	5.59	220	6.6	260	6.6	260	8.13	320	10.67	420
1/0 - 2000	2.29	90	2.92	115	3.56	140	4.45	175	4.45	175	5.59	220	6.6	260	6.6	260	8.13	320	10.67	420

Calibre del conductor (AWG o Kcmil)	25,001 a 28,000 Voltios						28,001 a 35,000 Voltios					
	Nivel (1) de aislamiento del 100 por ciento		Nivel (2) de aislamiento del 133 por ciento		Nivel (3) de aislamiento del 173 por ciento		Nivel (1) de aislamiento del 100 por ciento		Nivel (2) de aislamiento del 133 por ciento		Nivel (3) de aislamiento del 173 por ciento	
	mm	mils	mm	mils	mm	mils	mm	mils	mm	mils	mm	mils
1	7.11	280	8.76	345	11.3	445	--	--	--	--	--	--
1/0 - 2000	7.11	280	8.76	345	11.3	445	8.76	345	10.67	420	14.73	580

[1] Nivel de aislamiento del 100 por ciento. Se permitirá que los cables de esta categoría se apliquen cuando el sistema tiene protección de relé de modo que las fallas a tierra se despejarán tan rápido como sea posible pero, en cualquier caso, en menos de 1 minuto. Aunque estos cables son aplicables a la gran mayoría de instalaciones que están en sistemas puestos a tierra, también se permitirá su uso en otros sistemas para los cuales la aplicación de estos cables sea aceptable, siempre que los requisitos anteriores de despeje de las fallas se cumplan al desenergizar por completo la sección que presenta la falla.

[2] Nivel de aislamiento del 133 por ciento. Este nivel de aislamiento corresponde al que anteriormente se designaba para sistemas no puestos a tierra. Se permitirá que los cables de esta categoría se apliquen en situaciones en donde los requisitos del tiempo de despeje para la categoría del nivel de 100 por ciento no se pueden cumplir, y aun así existe la seguridad suficiente de que la sección con falla se desenergizará en un tiempo no superior a 1 hora. Igualmente, se permitirá su uso en aplicaciones con nivel de aislamiento de 100 por ciento cuando se desea un aislamiento adicional.

[3] Nivel de aislamiento del 173 por ciento. Se permitirá que los cables de esta categoría se apliquen bajo todas las condiciones siguientes:

(1) En establecimientos industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que únicamente personas calificadas atenderán la instalación.

(2) Cuando los requisitos de tiempo de despeje de la falla de la categoría con nivel del 133 por ciento no se pueden cumplir.

(3) Cuando la parada sistemática sea esencial para proteger al equipo y al personal.

(4) Existe la seguridad suficiente de que la sección que presenta falla se desenergizará en una parada sistemática.

También se permitirá que los cables con este espesor de aislamiento se usen en aplicaciones con nivel de aislamiento del 100 ó 133 por ciento cuando se desea una resistencia adicional del aislamiento.

310.14 Material de los conductores de aluminio. Los conductores sólidos de aluminio del 8, 10 y 12 AWG deben estar hechos de una aleación de aluminio de grado eléctrico serie AA-8000. Los conductores de aluminio trenzado desde el 8 AWG (8.36 mm²) hasta el 1,000 kcmil (506.70 mm²), marcados como tipo RHH, RHW, XHHW, THW, THHW, THWN, THHN, conductores de entrada de la acometida tipo SE Estilo U y SE Estilo R, deben estar hechos de aleación de aluminio de grado eléctrico serie AA-8000.

310.15 Ampacidad para conductores con tensión nominal de 0-2000 voltios.

(A) Generalidades

(1) Tablas o supervisión de personal calificado. Se permitirá determinar la ampacidad de los conductores mediante Tablas, como se establece en la sección 310.15 (B) o bajo la supervisión de personal calificado, como se establece en la sección 310.15(C).

NOTA No. 1: En las ampacidades suministradas en esta sección no se tiene en cuenta la caída de tensión. Véase la sección 210.19 (A), NOTA No. 4, para los circuitos ramales, y la sección 215.2 (A), NOTA No. 2, para los alimentadores.

NOTA No. 2: Para las ampacidades permisibles en alambre tipo MTW, véase la Tabla 13.5.1 en el documento Electrical Standard for Industrial Machinery. NFPA 79-2007.

(2) Selección de la ampacidad. Cuando se pueda aplicar más de una ampacidad de las Tablas o calculada, a un circuito de una longitud dada, se debe usar la de menor valor.

Excepción: Cuando se apliquen dos ampacidades distintas a partes adyacentes de un circuito, se permitirá utilizar la mayor ampacidad más allá del punto de transición, a una distancia igual a 3.0 m (10 pies) o 10 por ciento de la longitud del circuito formado a la capacidad de corriente más alta, el valor que sea menor.

NOTA. Para los límites de temperatura de los conductores, según lo establecido para su terminación, véase la sección 110.14 (C).

(B) Tablas.

La ampacidad de los conductores de 0 a 2000 voltios nominales debe ser la especificada en las

Tablas de ampacidad permisible de corriente 310.16 a 310.19 y en las Tablas 310.20 y 310.21, según se modifiquen con lo indicado en las secciones (B) (1) hasta (B) (6).

NOTA. Las Tablas 310.16 a 310.19 son Tablas de aplicación para usarse en la determinación del calibre de los conductores con las cargas calculadas de acuerdo con el Artículo 220.

La ampacidad permisible es el resultado de tener en cuenta uno o más de los siguientes factores:

(1) La compatibilidad en temperatura con los equipos conectados, especialmente en los puntos de conexión.

(2) La coordinación con los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito y del sistema.

(3) La conformidad con los requisitos de los listados de productos o certificaciones. Véase la sección 110.3 (B).

(4) Preservación de los beneficios de seguridad establecidos por las prácticas industriales y procedimientos normalizados.

(1) Generalidades.

Para la explicación de las letras de tipo usadas en las Tablas, y para los calibres reconocidos de los conductores para los diferentes aislamientos de los conductores, véanse las Tablas 310.13 (A) y 310.13 (B). Para los requisitos de las instalaciones, véanse las secciones 310.1 a 310.10 y los diferentes Artículos de este Código. Para cordones flexibles, véanse las Tablas 400.4, 400.5 (A) y 400.5 (B).

(2) Factores de ajuste.

(a) Más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable. Cuando el número de conductores portadores de corriente en una canalización o cable es mayor de tres, o cuando los conductores individuales o cables multiconductores se instalan sin conservar su separación en una longitud continua mayor de 600 mm (24 pulgadas) y no están instalados en canalizaciones, la ampacidad permisible de cada conductor se debe reducir como se ilustra en la Tabla 310.15 (B) (2) (a). Cada conductor portador de corriente de un grupo paralelo de conductores se debe contar como un conductor portador de corriente.

Tabla 310.15 (B) (2) (a). Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable

Número de conductores portadores de corriente	Porcentaje de los valores en las Tablas 310.16 a 310.19, ajustadas para temperatura ambiente, si es necesario.
4 - 6	80
7 - 9	70
10 - 20	50
21 - 30	45

31 - 40	40
41 y en adelante	35

NOTA No. 1: Véase el anexo B, Tabla B.310.11, para los factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable con diversidad de carga.

NOTA No. 2: Véase la sección 366.23 (A) en relación con los factores de ajuste para conductores en canales auxiliares de lámina metálica y la sección 376.22 (B) para los factores de ajuste para conductores en canalizaciones metálicas

Excepciones:

1.) Cuando conductores de sistemas diferentes, como se establece en la sección 300.3, están instalados en una canalización o cable común, los factores de reducción presentados en la Tabla 310.15 (B) (2) (a) se deben aplicar únicamente al número de conductores de potencia y alumbrado (Artículos 210, 215, 220 y 230).

2.) A los conductores instalados en bandejas portacables se les debe aplicar lo establecido en la Sección 392.11.

3.) Estos factores de reducción no se deben aplicar a conductores en niples cuya longitud no supere los 600 mm (24 pulgadas).

4.) Estos factores de reducción no se deben aplicar a conductores subterráneos que entren o salgan de una zanja exterior, si están protegidos físicamente por conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio o conduit no metálico rígido, en una longitud no superior a 3.05 m (10 pies) y si el número de conductores no pasa de cuatro.

5.) No se deben aplicar factores de ajuste a cables de tipo AC o de tipo MC sin chaqueta exterior total, bajo las siguientes condiciones:

(a) Cada cable no tiene más de tres conductores portadores de corriente.

(b) Los conductores son de cobre calibre 12 AWG.

(c) No más de 20 conductores portadores de corriente están formando un paquete, apilados o apoyados sobre "anilloslos de retención".

Se debe aplicar un factor de ajuste del 60 por ciento cuando son más de 20 los conductores portadores de corriente en estos cables que están empaquetados o apilados en una longitud de más de 600 mm (24 pulgadas) sin conservar la separación.

(b) Más de un conduit, tubo o canalización. Se debe mantener la separación entre conduits, tubos o canalizaciones.

(c) Conduits expuestos a la luz solar en azoteas. Cuando los conductores o cables se instalan en conduits expuestos a la luz solar directa en o por encima de azoteas, los ajustes que se indican en la

Tabla 310.15 (B) (2) (c) se deben agregar a la temperatura exterior para determinar la temperatura ambiente correspondiente para la aplicación de los factores de corrección de las Tablas 310.16 y 310.18.

NOTA: Una fuente para las temperaturas ambiente promedio en diversos lugares es el manual ASHRAE Handbook Fundamentals.

Tabla 310.15 (B) (2) (c) Ajustes de la temperatura ambiente para conduits expuestos a la luz solar en o por encima de azoteas

Distancia por encima del techo hasta la base del conduit	Sumador de temperatura	
	º C	º F
0 - 13 mm (½ pulgada)	33	60
Más de 13 mm (½ pulgada) – 90 mm (3½ pulgadas)	22	40
Más de 90 mm (3½ pulgadas) – 300 mm (12 pulgadas)	17	30
Más de 300 mm (12 pulgadas) – 900 mm (36 pulgadas)	14	25

NOTA: Los sumadores de temperatura en esta tabla se basan en los resultados del promedio de las temperaturas del ambiente

(3) Conductores desnudos o recubiertos.

Cuando se instalan conductores desnudos o recubiertos con conductores aislados, la temperatura nominal del conductor desnudo o recubierto debe ser igual a la temperatura nominal más baja de los conductores aislados con el fin de determinar la ampacidad.

(4) Conductor del neutro.

(a) No se exigirá tomar en cuenta el conductor del neutro que transporte sólo la corriente de desequilibrio de otros conductores del mismo circuito, cuando se aplican las disposiciones de la sección 310.15 (B) (2) (a).

(b) En un circuito trifilar, que consta de dos conductores de fase y el conductor del neutro, de un sistema trifásico tetrafilar conectado en estrella, un conductor común transporta aproximadamente la misma corriente que la de la carga línea a neutro de los otros conductores, y se debe tener en cuenta al aplicar lo establecido en la sección 310.15 (B) (2) (a).

(c) En una instalación trifásica tetrafilar conectada en estrella, en la cual la mayor parte de la carga consiste en cargas no lineales, circulan corrientes armónicas en el conductor del neutro, por lo que el conductor del neutro se debe considerar como un conductor portador de corriente.

(5) Conductor de puesta a tierra o de unión.

Al aplicar lo establecido en las disposiciones de la sección 310.15 (B) (2) (a) no se debe tener en cuenta el conductor de puesta a tierra o de unión.

(6) Acometidas y alimentadores monofásicos, trifilares, de 120/240 voltios, para viviendas.

Para unidades de vivienda unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares, los conductores incluidos en la Tabla 310.15 (B) (6) se permitirán como conductores de entrada de la acometida, conductores de la acometida lateral y conductores de alimentadores monofásicos trifilares de 120/240 voltios que funcionan como el principal alimentador de energía de una unidad de vivienda y están instalados en canalizaciones o cables con o sin un conductor de puesta a tierra del equipo. Para la aplicación de esta sección, el alimentador principal de energía debe ser el alimentador entre el desconectivo principal y el panel de distribución que alimenta, bien sea mediante circuitos ramales o mediante alimentadores, o ambos, todas las cargas que forman parte o que están asociadas a la unidad de vivienda. No se exigirá que los conductores del alimentador para una unidad de vivienda tengan una ampacidad nominal permisible mayor que sus conductores de entrada de la acometida. Se permitirá que el conductor puesto a tierra sea de menor calibre que los conductores no puestos a tierra, siempre y cuando se cumplan los requisitos de las secciones 215.2, 220.61 y 230.42.

Tabla 310.15 (B) (6) Tipos y calibres de conductores para acometidas y alimentadores monofásicos, trifilares de 120/240 voltios para viviendas. Tipos de conductores RHH, RHW, RHW-2, THHN, THHW, THW, THW-2, THWN, THWN-2, XHHW, XHHW-2, SE, USE, USE-2

Capacidad nominal de la acometida o del alimentador (amperios)	Conductor (AWG o Kcmil)	
	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre
100	4	2
110	3	1
125	2	1/0
150	1	2/0
175	1/0	3/0
200	2/0	4/0
225	3/0	250
250	4/0	300
300	250	350
350	350	500
400	400	600

(C) Supervisión de personal calificado. Bajo la supervisión de personal calificado, se permitirá calcular la ampacidad de los conductores mediante la siguiente fórmula general:

$$I = \sqrt{\frac{TC - (TA + \triangle TD)}{RCC\,(1 + YC)\,RCA}}$$

Donde:

TC = temperatura del conductor en grados Celsius (° C)
TA = temperatura ambiente en grados Celsius (° C)
TD = pérdidas del dieléctrico por aumento de la temperatura
RCC = resistencia de c.c. del conductor a la temperatura
YC = componente de resistencia de c.a. del conductor, resultante de los efectos Kelvin y de proximidad.
RCA = resistencia térmica efectiva entre el conductor y el ambiente circundante.

NOTA. Véase el apéndice B para ejemplos de aplicación de la formula.

Tabla 310.16. Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones nominales de 0 a 2000 voltios y 60° C a 90° C (140º F a 194º F). No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (enterrados directamente), basadas en una temperatura ambiente de 30° C (86° F).

Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310.13(A)]							
Calibre AWG o kcmil	60° C (140º F)	75° C (167º F)	90° C (194º F)	60° C (140º F)	75° C (167º F)	90° C (194º F)	Calibre AWG o kcmil
	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THWN-2, USE-2, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THWN-2, USE-2, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COBRE			ALUMINIO o ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
18	--	--	14	--	--	--	--
16	--	--	18	--	--	--	--
14*	20	20	25	--	--	--	--
12*	25	25	30	20	20	25	12*
10*	30	35	40	25	30	35	10*
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3

2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temp. Ambiente (° C)	Para temperaturas ambiente distintas de 30° C (86° F), multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:						Temp. Ambiente (° F)
21-25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04	70-77
26-30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	78-86
31-35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96	87-95
36-40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91	96-104
41-45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87	105-113
46-50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	114-122
51-55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76	123-131
56-60	--	0.58	0.71	--	0.58	0.71	132-140
61-70	--	0.33	0.58	--	0.33	0.58	141-158
71-80	--	--	0.41	--	--	0.41	159-176

*Véase la sección 240.4(D)

Tabla 310.17. Ampacidades permisibles de conductores individuales aislados para tensiones nominales de 0 a 2000 voltios al aire libre, basadas en una temperatura ambiente de 30° C (86° F).

Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310.13(A)]							
Calibre	60° C	75° C	90° C (194º F)	60° C	75° C	90° C (194º F)	Calibre

AWG o kcmil	(140º F)	(167º F)		(140º F)	(167º F)		AWG o kcmil
	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COBRE			ALUMINIO o ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
18	--	--	18	--	--	--	--
16	--	--	24	--	--	--	--
14*	25	30	35	--	--	--	--
12*	30	35	40	25	30	35	12*
10*	40	50	55	35	40	40	10*
8	60	70	80	45	55	60	8
6	80	95	105	60	75	80	6
4	105	125	140	80	100	110	4
3	120	145	165	95	115	130	3
2	140	170	190	110	135	150	2
1	165	195	220	130	155	175	1
1/0	195	230	260	150	180	205	1/0
2/0	225	265	300	175	210	235	2/0
3/0	260	310	350	200	240	275	3/0
4/0	300	360	405	235	280	315	4/0
250	340	405	455	265	315	355	250
300	375	445	505	290	350	395	300
350	420	505	570	330	395	445	350
400	455	545	615	355	425	480	400
500	515	620	700	405	485	545	500
600	575	690	780	455	540	615	600
700	630	755	855	500	595	675	700
750	655	785	885	515	620	700	750
800	680	815	920	535	645	725	800
900	730	870	985	580	700	785	900
1000	780	935	1055	625	750	845	1000
1250	890	1065	1200	710	855	960	1250
1500	980	1175	1325	795	950	1075	1500
1750	1070	1280	1445	875	1050	1185	1750
2000	1155	1385	1560	960	1150	1335	2000
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temp.	Para temperaturas ambiente distintas de 30° C (86° F), multiplique las						Temp.

ambiente (° C)	anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:						Ambiente (° F)
21-25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04	70-77
26-30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	78-86
31-35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96	87-95
36-40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91	96-104
41-45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87	105-113
46-50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	114-122
51-55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76	123-131
56-60	--	0.58	0.71	--	0.58	0.71	132-140
61-70	--	0.33	0.58	--	0.33	0.58	141-158
71-80	--	--	0.41	--	--	0.41	159-176

*Véase la sección 240.4 (D)

Tabla 310-18. Capacidad de corriente permisible de tres conductores sencillos aislados de 0 a 2000 V, de 150° C (302° F) a 250° C (482° F) en canalizaciones o cables y temperatura ambiente de 40° C (104° F)

Calibre AWG o kcmil	Temperatura nominal del conductor. Véase tabla 310-13 (a)				Calibre AWG o kcmil
	150° C (302º F)	200° C (392º F)	250° C (482º F)	150° C (302º F)	
	Tipo Z	Tipo FEP, FEPB, PFA, SA	Tipos PFAH, TFE	Tipo Z	
	Cobre		Níquel o cobre recubierto de níquel	Aluminio o aluminio recubierto de cobre	
14	34	36	39	--	14
12	43	45	54	30	12
10	55	60	73	44	10
8	76	83	93	57	8
6	96	110	117	75	6
4	120	125	148	94	4
3	143	152	166	109	3
2	160	171	191	124	2
1	186	197	215	145	1
1/0	215	229	244	169	1/0
2/0	251	260	273	198	2/0
3/0	288	297	308	227	3/0
4/0	332	346	361	260	4/0

FACTORES DE CORRECCIÓN					
Temp. ambiente (° C)	Para temperaturas ambiente distintas de 40° C (104° F), multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:				Temp. ambiente (° F)
41-50	0.95	0.97	0.98	0.95	105-122
51-60	0.90	0.94	0.95	0.90	123-140
61-70	0.85	0.90	0.93	0.85	141-158
71-80	0.80	0.87	0.90	0.80	159-176
81-90	0.74	0.83	0.87	0.74	177-194
91-100	0.67	0.79	0.85	0.67	195-212
101-120	0.52	0.71	0.79	0.52	213-248
121-140	0.30	0.61	0.72	0.30	249-284
141-160	--	0.50	0.65	--	285-320
161-180	--	0.35	0.58	--	321-356
181-200	--	--	0.49	--	357-392
201-225	--	--	0.35	--	393-437

Tabla 310-19. Capacidad de corriente permisible de tres conductores sencillos aislados de 0 a 2000 V, de 150° C (302° F) a 250° C (482° F) al aire libre con base en una temperatura ambiente de 40° C (104° F)

Calibre AWG o kcmil	Temperatura nominal del conductor. Véase tabla 310-13 (a)				Calibre AWG o kcmil
	150° C (302º F)	200° C (392º F)	250° C (482º F)	150° C (302º F)	
	Tipo Z	Tipo FEP, FEPB, PFA, SA	Tipos PFAH, TFE	Tipo Z	
	Cobre		Níquel o cobre recubierto de níquel	Aluminio o aluminio recubierto de cobre	
14	46	54	59	--	14
12	60	68	78	47	12
10	80	90	107	63	10
8	106	124	142	83	8
6	155	165	205	112	6
4	190	220	278	148	4
3	214	252	327	170	3
2	255	293	381	198	2
1	293	344	440	228	1
1/0	339	399	532	263	1/0
2/0	390	467	591	305	2/0
3/0	451	546	708	351	3/0
4/0	529	629	830	411	4/0
FACTORES DE CORRECCIÓN					
Temp. ambiente (° C)	Para temperaturas ambiente distintas de 40° C (104° F), multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:				Temp. ambiente (° F)
41-50	0.95	0.97	0.98	0.95	105-122
51-60	0.90	0.94	0.95	0.90	123-140
61-70	0.85	0.90	0.93	0.85	141-158
71-80	0.80	0.87	0.90	0.80	159-176
81-90	0.74	0.83	0.87	0.74	177-194
91-100	0.67	0.79	0.85	0.67	195-212
101-120	0.52	0.71	0.79	0.52	213-248
121-140	0.30	0.61	0.72	0.30	249-284
141-160	--	0.50	0.65	--	285-320
161-180	--	0.35	0.58	--	321-356
181-200	--	--	0.49	--	357-392
201-225	--	--	0.35	--	393-437

Tabla 310-20. Capacidad de corriente permisible de tres conductores sencillos aislados de 0 a 2000 V, sostenidos pc mensajero, con base en una temperatura ambiente de 40° C (104° F)

Calibre AWG o kcmil	Temperatura nominal del conductor. Véase tabla 310-13 (a)				
	75° C (167º F)	90° C (194º F)	75° C (167º F)	90° C (194º F)	Calibre AWG o kcmil
	Tipo RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, ZW	Tipo MI, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Tipos RHW, THW, THWN, THHW, XHHW	Tipo THHN, THHW, RHH, XHHW, RHW-2, XHHW-2, THW-2, THWN-2, USE-2, ZW-2	
	Cobre		Níquel o cobre recubierto de níquel	Aluminio o aluminio recubierto de cobre	
8	57	66	44	51	8
6	76	89	59	69	6
4	101	117	78	91	4
3	118	138	92	107	3
2	135	158	106	123	2
1	158	185	123	144	1
1/0	183	214	143	167	1/0
2/0	212	247	165	193	2/0
3/0	245	287	192	224	3/0
4/0	287	335	224	262	4/0
250	320	374	251	292	250
300	359	419	282	328	300
350	397	464	312	364	350
400	430	503	339	395	400
500	496	580	392	458	500
600	553	647	440	514	600
700	610	714	488	570	700
750	638	747	512	598	750
800	660	773	532	622	800
900	704	826	572	669	900
1000	748	879	612	716	1000
Temp. ambiente (° C)	Para temperaturas ambiente distintas de 40° C (104° F), multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:				Temp. ambiente (° F)
21-25	1.20	1.14	1.20	1.14	70-77
26-30	1.13	1.10	1.13	1.10	79-86
31-35	1.07	1.05	1.07	1.05	88-95
36-40	1.00	1.00	1.00	1.00	97-104
41-45	0.93	0.95	0.93	0.95	106-113
46-50	0.85	0.89	0.85	0.89	115-122
51-55	0.76	0.84	0.76	0.84	124-131
56-60	0.65	0.77	0.65	0.77	133-140
61-70	0.38	0.63	0.38	0.63	142-158
71-80	--	0.45	--	0.45	160-176

Tabla 310.21. Ampacidades de conductores desnudos o recubiertos, al aire libre, con base en una temperatura ambiente de 40° C (104° F), 80° C (176° F) de temperatura total del conductor, y una velocidad del viento de 610 mm/seg (2 pies/segundo)

Conductores de cobre				Conductores de aluminio AAC			
Desnudos		Recubiertos		Desnudos		Recubiertos	
AWG O kcmil	Amperios	AWG O kcmil	Amperios	AWG O kcmil	Amperios	AWG O kcmil	Amperios
8	98	8	103	8	76	8	80
6	124	6	130	6	96	6	101
4	155	4	163	4	121	4	127
2	209	2	219	2	163	2	171
1/0	282	1/0	297	1/0	220	1/0	231
2/0	329	2/0	344	2/0	255	2/0	268
3/0	382	3/0	401	3/0	297	3/0	312
4/0	444	4/0	466	4/0	346	4/0	364
250	494	250	519	266.8	403	266.8	423
300	556	300	584	336.4	464	336.4	492
500	773	500	812	397.5	522	397.5	548
750	1000	750	1050	477	588	477	617
1000	1193	1000	1253	556.5	650	556.5	682
--	--	--	--	636	709	636	744
--	--	--	--	795	819	795	860
--	--	--	--	954	920	--	--
--	--	--	--	1033.5	968	1033.5	1017
--	--	--	--	1271	1103	1272	1201
--	--	--	--	1590	1267	1590	1381
--	--	--	--	2000	1454	2000	1527

310.60 Conductores para tensiones nominales de 2,001 a 35,000 voltios.

(A) Definiciones.

Ductos eléctricos. *Como se usan en el Artículo 310, los ductos eléctricos deben incluir cualquiera de los conduits eléctricos reconocidos en el Capítulo 3 como adecuados para uso subterráneo, y cualquier otra canalización de sección transversal redonda, listada para uso subterráneo, y encerrados en concreto o en la tierra*.

Resistividad térmica. *Como se usa en este Código, es la habilidad de transferencia de calor a través de una sustancia, por conducción. Es el recíproco de la conductividad térmica, se designa como Rho y se expresa en unidades de ° C-cm/watts*.

(B) Ampacidades de conductores para tensiones nominales de 2 001 a 35 000 voltios. Se permitirá determinar las ampacidades para conductores con aislamiento dieléctrico sólido mediante las Tablas o bajo supervisión de personal calificado, como se establece en las secciones 310.60 (C) y (D).

(1) Selección de la ampacidad. Cuando se puede aplicar más de una ampacidad calculada o tabulada, para una longitud de circuito dado, se debe usar el menor valor.

Excepción: *Cuando se apliquen dos ampacidades distintas para partes adyacentes de un circuito, se permitirá utilizar la mayor ampacidad más allá del punto de transición, a una distancia igual a 3.0 m (10 pies) o 10 por ciento de la longitud del circuito formado a la ampacidad más alta, el valor que sea menor.*

NOTA. Para los límites de temperatura de los conductores, según lo establecido para su terminación, véase la sección 110.40.

(C) Tablas. Las ampacidades para los conductores para tensiones nominales de 2001 a 35 000 voltios deben ser como se especifican en las Tablas de ampacidades 310.67 a 310.86. Las ampacidades a temperaturas ambiente diferentes de las presentadas en las Tablas, se deben determinar con la fórmula dada en la sección 310.60 (C) (4).

NOTA No. 1: Para las ampacidades calculadas de acuerdo con la sección 310.60 (B), véase la norma IEEE 835-1994 (IPCEA Pub. No. P-46-426), Standard Power Cable Ampacity Tables y las referencias allí incluidas en cuanto a disponibilidad de todos los factores y constantes.

NOTA No. 2: Las ampacidades suministradas en esta sección no tienen en cuenta las caídas de tensión. Véase la sección 210.19 (A), NOTA No. 4, para los circuitos ramales y la sección 215.2 (A), NOTA No. 2, para los alimentadores.

(1) Blindajes puestos a tierra. Las ampacidades de las Tablas 310.69, 310.70, 310.81, y 310.82, son para cables con blindajes puestos a tierra en un punto solamente. Cuando los blindajes están puestos a tierra en más de un punto, las ampacidades se deben ajustar para tener en cuenta el calentamiento debido a las corrientes en el blindaje.

(2) Profundidad de enterramiento de circuitos subterráneos. Cuando se modifica la profundidad de enterramiento, de circuitos de enterramiento directo o de bancos de ductos eléctricos, con relación a los valores presentados en una figura o una tabla, se permitirá modificar las ampacidades

tal como se indica en las secciones (C) (2) (a) y (C) (2) (b).

(a) Cuando la profundidad de enterramiento se aumenta en parte(s) de un tramo del ducto eléctrico, no es necesario reducir la ampacidad de los conductores, siempre y cuando la longitud total de las partes del tendido del ducto en que se aumenta la profundidad sea menos del 25% de la longitud total del tendido.

(b) Cuando las profundidades de enterramiento son mayores a las presentadas en una tabla o figura específica de ampacidad en instalaciones subterráneas, se permitirá un factor de corrección de la ampacidad del 6% por cada 300 mm (1 pie) de aumento en la profundidad para todos los valores de Rho.

No es necesario un cambio en el valor nominal en caso de reducción de la profundidad de enterramiento.

(3) Ductos eléctricos en la Figura 310.60. En los sitios en donde los ductos eléctricos subterráneos entran en los envolventes (enclosures) *de los equipos desde debajo de la tierra, la separación entre tales ductos, como se ilustra en la Figura 310.60, podrá ser reducida sin exigir la reducción de la ampacidad de los conductores.*

(4) Temperaturas ambiente que no se encuentran en las tablas. Las ampacidades a temperaturas ambiente diferentes de las presentadas en las tablas, se deben determinar por medio de la siguiente fórmula:

$$I2 = I1 = \sqrt{\frac{TC - (TA_2 - \triangle TD)}{TC - (TA_1 - \triangle TD)}}$$

Donde:

I_1 = ampacidad de las tablas a temperatura ambiente TA_1

I_2 = ampacidad de las tablas a temperatura ambiente TA_2

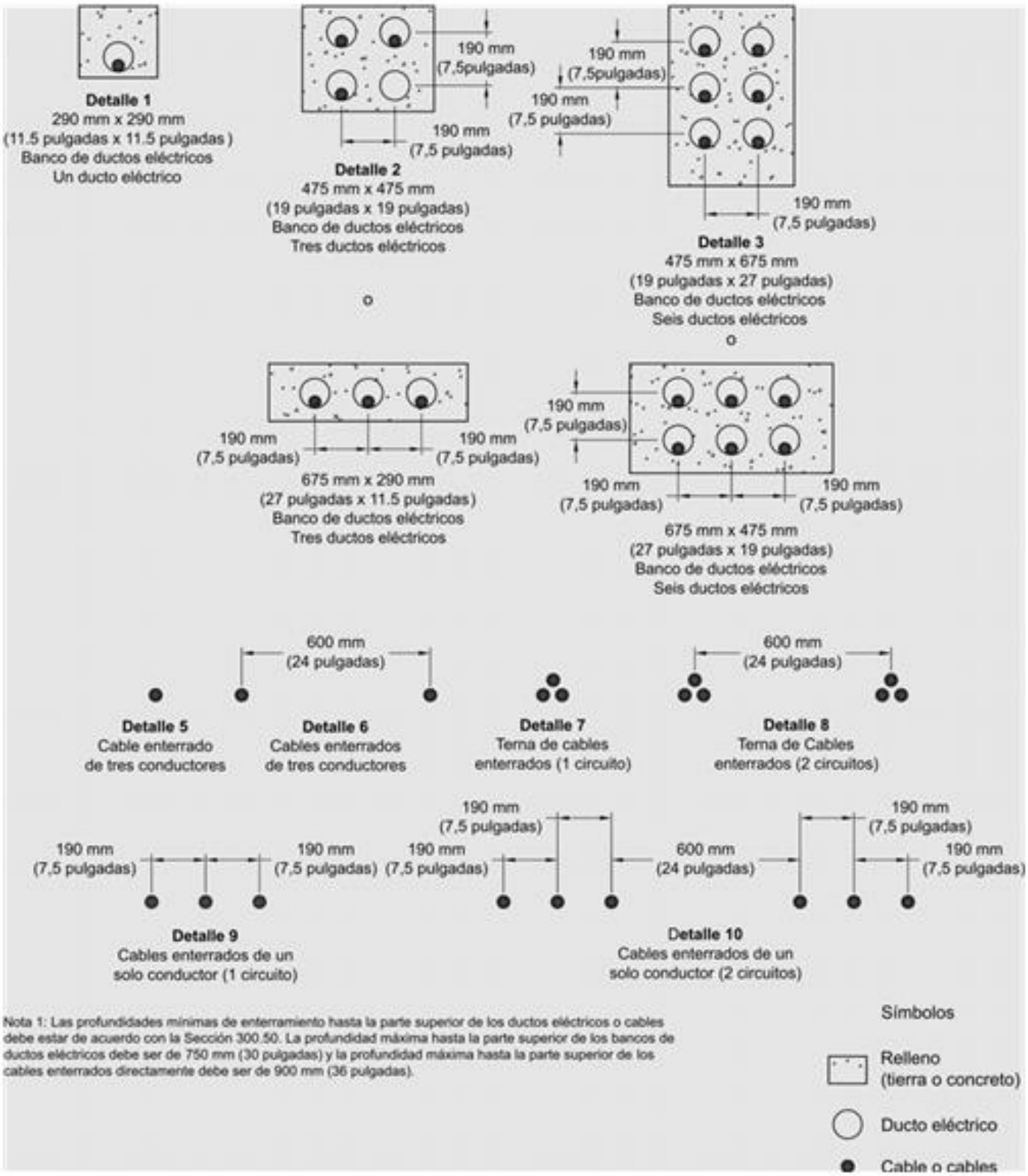
TC = temperatura del conductor en grados Celsius (° C)

TA_1 = temperatura ambiente circundante, de las tablas en grados Celsius (° C)

TA_2 = temperatura ambiente deseada, en grados Celsius (° C)

TD = pérdidas del dieléctrico por aumento de la temperatura

Figura 310.60 Dimensiones de instalación de cables para uso con las Tablas 310.77 a 310.86



(D) Bajo Supervisión de personal calificado. Bajo la supervisión de un personal calificado o de ingeniería, se permitirá calcular la ampacidad de los conductores mediante la siguiente fórmula general:

$$I = \sqrt{\frac{TC - (TA + \triangle TD)}{RDC\,(1 + YC)\,RCA}}$$

Tabla 310.67. Ampacidad de cables de ternas de conductores individuales de cobre, aislados, al aire, con base en temperaturas del conductor de 90° C (194° F) y 105° C (221° F) y temperatura ambiente del aire de 40° C (104° F)

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (Véase la tabla 310.13 (c))			
	Ampacidad para 2001-5000 voltios		Ampacidad para 5001-35,000 voltios	
	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105
8	65	74		
6	90	99	100	110
4	120	130	130	140
2	160	175	170	195
1	185	205	195	225
1/0	215	240	225	255
2/0	250	275	260	295
3/0	290	320	300	340
4/0	335	375	345	390
250	375	415	380	430
350	465	515	470	525
500	580	645	580	650
750	750	835	730	820
1000	880	980	850	950

Tabla 310.68. Ampacidad de cables de ternas de conductores individuales de aluminio, aislados, al aire, con base en temperaturas del conductor de 90° C (194° F) y 105° C (221° F) y temperatura ambiente del aire de 40° C (104° F)

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (Véase la tabla 310.13 (c))			
	Ampacidad para 2001-5000 voltios		Ampacidad para 5001-35,000 voltios	
	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105
8	50	57		
6	70	77	75	84
4	90	100	100	110
2	125	135	130	150
1	145	160	150	175

1/0	170	185	175	200
2/0	195	215	200	230
3/0	225	250	230	265
4/0	265	290	270	305
250	295	325	300	335
350	365	405	370	415
500	460	510	460	515
750	600	665	590	660
1000	715	800	700	780

Donde:

TC = temperatura del conductor en ° C

TA = temperatura ambiente en ° C

TD = pérdidas del dieléctrico por aumento de la temperatura

RDC = resistencia de c.c. del conductor a la temperatura TC

YC = componente de resistencia de c.a. del conductor, resultante de los efectos Kelvin y de proximidad.

RCA = resistencia térmica efectiva entre el conductor y el ambiente circundante.

NOTA. Véase el anexo B para ejemplos de aplicación de la fórmula.

Tabla 310.69. Ampacidad de conductores individuales de cobre, aislados, y separados en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90° C (194° F) y 105° C (221° F) y temperatura ambiente del aire de 40° C (104° F)

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (Véase la tabla 310.13 (c))					
	Ampacidad para 2001-5000 voltios		Ampacidad para 5001-15,000 voltios		Ampacidad para 5001-35,000 voltios	
	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105
8	83	93	--	--	--	--
6	110	120	110	125	--	--
4	145	160	150	165	--	--
2	190	215	195	215	--	--
1	225	250	225	250	225	250
1/0	260	290	260	290	260	290
2/0	300	330	300	335	300	330
3/0	345	385	345	385	345	380
4/0	400	445	400	445	395	445
250	445	495	445	495	440	490
350	550	615	550	610	545	605
500	695	775	685	765	680	755
750	900	1000	885	990	870	970
1000	1075	1200	1060	1185	1040	1160
1250	1230	1370	1210	1350	1185	1320
1500	1365	1525	1345	1500	1315	1465
1750	1495	1665	1470	1640	1430	1595
2000	1605	1790	1575	1755	1535	1710

Tabla 310.70. Ampacidad de conductores individuales de aluminio, aislados, y separados en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90° C (194° F) y 105° C (221° F) y temperatura ambiente del aire de 40° C (104° F)

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (Véase la tabla 310.13 (c))					
	Ampacidad para 2001-5000 voltios		Ampacidad para 5001-15,000 voltios		Ampacidad para 5001-35,000 voltios	
	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105
8	64	71	--	--	--	--
6	85	95	87	97	--	--
4	15	125	115	130	--	--
2	150	165	150	170	--	--
1	175	195	175	195	175	195
1/0	200	225	200	225	200	225
2/0	230	260	235	260	230	260
3/0	270	300	270	300	270	300
4/0	310	350	310	350	310	345

250	345	385	345	385	345	380
350	430	480	430	480	430	475
500	545	605	535	600	530	590
750	710	790	700	780	685	765
1000	855	950	840	940	825	920
1250	980	1095	970	1080	950	1055
1500	1105	1230	1085	1215	1060	1180
1750	1215	1355	1195	1335	1165	1300
2000	1320	1475	1295	1445	1265	1410

Tabla 310.71. Ampacidad de cables de tres conductores de cobre, aislados, separados en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90° C (194° F) y 105° C (221° F) y temperatura ambiente del aire de 40° C (104° F)

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (Véase la tabla 310.13 (c))			
	Ampacidad para 2001-5000 voltios		Ampacidad para 5001-35,000 voltios	
	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105
8	59	66	--	--
6	79	88	93	105
4	105	115	120	135
2	140	154	165	185
1	160	180	185	210
1/0	185	205	215	240
2/0	215	240	245	275
3/0	250	280	285	315
4/0	285	320	325	360
250	320	355	360	440
350	395	440	435	490
500	485	545	535	600
750	615	685	670	745
1000	705	790	770	860

Tabla 310.72. Ampacidad de cables de tres conductores de aluminio, aislados, separados en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90° C (194° F) y 105° C (221° F) y temperatura ambiente del aire de 40° C (104° F)

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (Véase la tabla 310.13 (c))			
	Ampacidad para 2001-5000 voltios		Ampacidad para 5001-35,000 voltios	
	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105

8	46	51	--	--
6	61	68	72	80
4	81	90	95	105
2	110	120	125	145
1	125	140	145	165
1/0	145	160	170	185
2/0	170	185	190	215
3/0	195	215	220	245
4/0	225	250	255	285
250	250	280	280	315
350	310	345	345	385
500	385	430	425	475
750	495	550	540	600
1000	585	650	635	705

Tabla 310.73. Ampacidad de cables de tres conductores o ternas de cables individuales aislados, de cobre, en conduit físicamente aislado en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90° C (194° F) y 105° C (221° F) y temperatura ambiente del aire de 40° C (104° F)

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (Véase la tabla 310.13 (c))			
	Ampacidad para 2001-5000 voltios		Ampacidad para 5001-35,000 voltios	
	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105
8	55	61	--	--
6	75	84	83	93
4	97	110	110	120
2	130	145	150	165
1	155	175	170	190
1/0	180	200	195	215
2/0	205	225	225	255
3/0	240	270	260	290
4/0	280	305	295	330
250	315	355	330	365
350	385	430	395	440
500	475	530	480	535
750	600	665	585	655
1000	690	770	675	755

Tabla 310.74. Ampacidad de cables de tres conductores o ternas de cables individuales aislados, de aluminio, en conduit físicamente aislado en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90° C (194° F) y 105° C (221° F) y temperatura ambiente del aire de 40° C (104° F)

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (Véase la tabla 310.13 (c))			
	Ampacidad para 2001-5000 voltios		Ampacidad para 5001-35,000 voltios	
	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105
8	43	48	--	--
6	58	65	65	72
4	76	85	84	94
2	100	115	115	130
1	120	135	130	150
1/0	140	155	150	170
2/0	160	175	175	200
3/0	190	210	200	225
4/0	215	240	230	260
250	250	280	255	290
350	305	340	310	350
500	380	425	385	430
750	490	545	485	540
1000	580	645	565	640

Tabla 310.75. Ampacidad de cables de tres conductores de cobre aislados y en un conduit físicamente aislado en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90° C (194° F) y 105° C (221° F) y temperatura ambiente del aire de 40° C (104° F)

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (Véase la tabla 310.13 (c))			
	Ampacidad para 2001-5000 voltios		Ampacidad para 5001-35,000 voltios	
	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105
8	52	58	--	--
6	69	77	83	92
4	91	100	105	120
2	125	135	145	165
1	140	155	165	185
1/0	165	185	195	215
2/0	190	210	220	245
3/0	220	245	250	280
4/0	255	285	290	320
250	280	315	315	350

350	350	390	385	430
500	425	475	470	525
750	525	585	570	635
1000	590	660	650	725

Tabla 310.76. Ampacidad de cables de tres conductores de aluminio aislados, en un conduit físicamente aislado en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90° C (194° F) y 105° C (221° F) y temperatura ambiente del aire de 40° C (104° F)

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (Véase la tabla 310.13 (c))			
	Ampacidad para 2001-5000 voltios		Ampacidad para 5001-35,000 voltios	
	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105
8	41	46	--	--
6	53	59	64	71
4	71	79	84	94
2	96	105	115	125
1	110	125	130	145
1/0	130	145	150	170
2/0	150	165	170	190
3/0	170	190	195	220
4/0	200	225	225	255
250	220	245	250	280
350	275	305	305	340
500	340	380	380	425
750	430	480	470	520
1000	505	560	550	615

Tabla 310.77. Ampacidad de tres conductores de cobre, individualmente aislados, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por cada ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20° C (68° F), el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310.60, factor de carga del 100%, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90° C (194° F) y 105° C (221° F)

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (Véase la tabla 310.13 (c))			
	Ampacidad para 2001-5000 voltios		Ampacidad para 5001-35,000 voltios	
	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105
Un circuito (Véase la Figura 310.60, Detalle 1)				
8	64	69	--	--
6	85	92	90	97

4	110	120	115	125
2	145	155	155	165
1	170	180	175	185
1/0	195	210	200	215
2/0	220	235	230	245
3/0	250	270	260	275
4/0	290	310	295	315
250	320	245	325	345
350	385	415	390	415
500	470	505	465	500
750	585	630	565	610
1000	670	720	640	690
Tres circuitos (Véase la Figura 310.60, Detalle 2)				
8	56	60	--	--
6	73	79	77	83
4	95	100	99	105
2	125	130	130	135
1	140	150	145	155
1/0	160	175	165	175
2/0	185	195	185	200
3/0	210	225	210	225
4/0	235	255	240	255
250	260	280	260	280
350	315	335	310	330
500	375	405	370	395
750	460	495	440	475
1000	525	565	495	535
Seis circuitos (Véase la Figura 310.60, Detalle 3)				
8	48	52	--	--
6	62	67	64	68
4	80	86	82	88
2	105	110	105	115
1	115	125	120	125
1/0	135	145	135	145
2/0	150	160	150	165
3/0	170	185	170	185
4/0	195	210	190	205
250	210	225	210	225
350	250	270	245	265
500	300	325	290	310
750	365	395	350	375
1000	410	445	390	415

Tabla 310.78. Ampacidad de tres conductores de cobre, individualmente aislados, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por cada ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20° C (68° F), el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310.60, factor de carga del 100%, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90° C (194° F) y 105° C (221° F)

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (Véase la tabla 310.13 (c))			
	Ampacidad para 2001-5000 voltios		Ampacidad para 5001-35,000 voltios	
	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105
Un circuito (Véase la Figura 310.60, Detalle 1)				
8	50	54	––	--
6	66	71	70	75
4	86	93	91	98
2	115	125	120	130
1	130	140	135	145
1/0	150	160	155	165
2/0	170	185	175	190
3/0	195	210	200	215
4/0	225	245	230	245
250	250	270	250	270
350	305	325	305	330
500	370	400	370	400
750	470	505	455	490
1000	545	590	525	565
Tres circuitos (Véase la Figura 310.60, Detalle 2)				
8	44	47	––	--
6	57	61	60	65
4	74	80	77	83
2	96	105	100	105
1	110	120	110	120
1/0	125	135	125	140
2/0	145	155	145	155
3/0	160	175	165	175
4/0	185	200	185	200
250	205	220	200	200
350	245	265	245	260
500	295	320	290	315
750	370	395	355	385
1000	425	460	405	440
Seis circuitos (Véase la Figura 310.60, Detalle 3)				

8	38	41	––	--
6	48	52	50	54
4	62	67	64	69
2	80	86	80	88
1	91	98	90	99
1/0	105	110	105	110
2/0	115	125	115	125
3/0	135	145	130	145
4/0	150	165	150	160
250	165	180	165	175
350	195	210	195	210
500	240	255	230	250
750	290	315	280	305
1000	335	360	320	345

Tabla 310.79. Ampacidad de tres conductores de cobre aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por cada ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20° C (68° F), el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310.60, factor de carga del 100%, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90° C (194° F) y 105° C (221° F)

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (Véase la tabla 310.13 (c))			
	Ampacidad para 2001-5000 voltios		Ampacidad para 5001-35,000 voltios	
	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105
Un circuito (Véase la Figura 310.60, Detalle 1)				
8	59	64	––	--
6	78	84	88	95
4	100	110	115	125
2	135	145	150	160
1	155	165	170	185
1/0	175	190	195	210
2/0	200	220	220	235
3/0	230	250	250	270
4/0	265	285	285	305
250	290	315	310	335
350	355	380	375	400

500	430	460	450	485
750	530	570	545	585
1000	600	645	615	660
Tres circuitos (Véase la Figura 310.60, Detalle 2)				
8	53	57	––	--
6	69	74	75	81
4	89	96	97	105
2	115	125	125	135
1	135	145	140	155
1/0	150	165	160	175
2/0	170	185	185	195
3/0	195	210	205	220
4/0	225	240	230	250
250	245	265	255	270
350	295	315	305	325
500	395	380	360	385
750	430	465	430	465
1000	485	520	485	515
Seis circuitos (Véase la Figura 310.60, Detalle 3)				
8	46	50	––	--
6	60	65	63	68
4	77	83	81	87
2	98	105	105	110
1	110	120	115	125
1/0	125	135	130	145
2/0	145	155	150	160
3/0	165	175	170	180
4/0	185	200	190	200
250	200	220	205	220
350	240	270	245	275
500	290	310	290	305
750	350	375	340	365
1000	390	420	380	405

Tabla 310.80. Ampacidad de tres conductores de aluminio aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por cada ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20° C (68° F), el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310.60, factor de carga del 100%, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90° C (194° F) y 105° C (221° F)

Calibre del	Temperatura nominal del conductor (Véase la tabla 310.13 (c))

conductor (AWG o kcmil)	Ampacidad para 2001-5000 voltios		Ampacidad para 5001-35,000 voltios	
	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105
Un circuito (Véase la Figura 310.60, Detalle 1)				
8	59	64	––	--
6	78	84	88	95
4	100	110	115	125
2	135	145	150	160
1	155	165	170	185
1/0	175	190	195	210
2/0	200	220	220	235
3/0	230	250	250	270
4/0	265	285	285	305
250	290	315	310	335
350	355	380	375	400
500	430	460	450	485
750	530	570	545	585
1000	600	645	615	660
Tres circuitos (Véase la Figura 310.60, Detalle 2)				
8	53	57	––	--
6	69	74	75	81
4	89	96	97	105
2	115	125	125	135
1	135	145	140	155
1/0	150	165	160	175
2/0	170	185	185	195
3/0	195	210	205	220
4/0	225	240	230	250
250	245	265	255	270
350	295	315	305	325
500	395	380	360	385
750	430	465	430	465
1000	485	520	485	515
Seis circuitos (Véase la Figura 310.60, Detalle 3)				
8	46	50	––	--
6	60	65	63	68
4	77	83	81	87
2	98	105	105	110
1	110	120	115	125
1/0	125	135	130	145
2/0	145	155	150	160
3/0	165	175	170	180

4/0	185	200	190	200
250	200	220	205	220
350	240	270	245	275
500	290	310	290	305
750	350	375	340	365
1000	390	420	380	405

Tabla 310.81. Ampacidad de conductores individuales de cobre, aislados, enterrados directamente en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20° C (68° F), el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310.60, factor de carga del 100%, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90° C (194° F) y 105° C (221° F)

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (Véase la tabla 310.13 (c))			
	Ampacidad para 2001-5000 voltios		Ampacidad para 5001-35,000 voltios	
	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105
Un circuito, tres conductores (Véase la Figura 310.60, Detalle 9)				
8	110	115	––	--
6	140	150	130	140
4	180	195	170	180
2	230	250	210	225
1	260	280	240	260
1/0	295	320	275	295
2/0	335	365	310	335
3/0	385	415	355	380
4/0	435	465	405	435
250	470	510	440	475
350	570	615	535	575
500	690	745	650	700
750	845	910	805	865
1000	980	1055	930	1005
Dos circuitos, seis conductores (Véase la Figura 310.60, Detalle 10)				
8	100	110	––	--
6	130	140	120	130
4	165	180	160	170
2	215	230	195	210
1	240	260	225	240
1/0	275	295	255	275
2/0	310	335	290	315
3/0	355	380	330	355
4/0	400	430	375	405

250	435	470	410	440
350	520	560	495	530
500	630	680	600	645
750	775	835	740	795
1000	890	960	855	920

Tabla 310.82. Ampacidad de conductores individuales de aluminio, aislados, enterrados directamente en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20° C (68° F), el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310.60, factor de carga del 100%, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90° C (194° F) y 105° C (221° F)

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (Véase la tabla 310.13 (c))			
	Ampacidad para 2001-5000 voltios		Ampacidad para 5001-35,000 voltios	
	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105
Un circuito, tres conductores (Véase la Figura 310.60, Detalle 9)				
8	85	90	––	--
6	110	115	100	110
4	140	150	130	140
2	180	195	165	175
1	205	220	185	200
1/0	230	250	215	230
2/0	265	285	245	260
3/0	300	320	275	295
4/0	340	365	315	340
250	370	395	345	370
350	445	480	415	450
500	540	580	510	545
750	665	720	635	680
1000	780	840	740	795
Dos circuitos, seis conductores (Véase la Figura 310.60, Detalle 10)				
8	80	85	––	--
6	100	110	95	100
4	130	140	125	130
2	165	180	155	165
1	190	200	175	190
1/0	215	230	200	215
2/0	245	260	225	245
3/0	275	295	255	275
4/0	310	335	290	315
250	340	365	320	345

350	410	440	385	415
500	495	530	470	505
750	610	655	580	625
1000	710	765	680	730

Tabla 310.83. Ampacidad de conductores individuales de cobre, aislados, enterrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores), enterrados directamente en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20° C (68° F), el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310.60, factor de carga del 100%, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90° C (194° F) y 105° C (221° F)

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (Véase la tabla 310.13 (c))			
	Ampacidad para 2001-5000 voltios		Ampacidad para 5001-35,000 voltios	
	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105
Un circuito (Véase la Figura 310.60, Detalle 5)				
8	85	89	––	--
6	105	115	115	120
4	135	150	145	155
2	180	190	185	200
1	200	215	210	225
1/0	230	245	240	255
2/0	260	280	270	290
3/0	295	320	305	330
4/0	335	360	350	375
250	365	395	380	410
350	440	475	460	495
500	530	570	550	590
750	650	700	665	720
1000	730	785	750	810
Dos circuitos (Véase la Figura 310.60, Detalle 6)				
8	80	84	––	--
6	100	105	105	115
4	130	140	135	145
2	165	180	170	185
1	185	200	195	210
1/0	215	230	220	235
2/0	240	260	250	270
3/0	275	295	280	305
4/0	310	335	320	345
250	340	365	350	375

350	410	440	420	450
500	490	525	500	535
750	595	640	605	650
1000	665	715	675	730

Tabla 310.84. Ampacidad de tres conductores de aluminio, aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores), enterrados directamente en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20° C (68° F), el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310.60, factor de carga del 100%, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90° C (194° F) y 105° C (221° F)

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (Véase la tabla 310.13 (c))			
	Ampacidad para 2001-5000 voltios		Ampacidad para 5001-35,000 voltios	
	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105
Un circuito (Véase la Figura 310.60, Detalle 5)				
8	65	70	––	--
6	80	88	90	95
4	105	115	115	125
2	140	150	145	155
1	155	170	165	175
1/0	180	190	185	200
2/0	205	220	210	225
3/0	230	250	240	260
4/0	260	280	270	295
250	285	310	300	320
350	345	375	360	390
500	420	450	435	470
750	520	560	540	580
1000	600	650	620	665
Dos circuitos (Véase la Figura 310.60, Detalle 6)				
8	60	66	––	--
6	75	83	80	95
4	100	110	105	115
2	130	130	135	145
1	145	155	150	165
1/0	165	180	170	185
2/0	190	205	195	210
3/0	215	230	220	240
4/0	245	260	250	270
250	265	285	275	295
350	320	345	330	355

500	385	415	395	425
750	480	515	485	525
1000	550	590	560	600

Tabla 310.85. Ampacidad de tres conductores individuales de cobre, aislados, enterrados directamente en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20° C (68° F), el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310.60, factor de carga del 100%, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90° C (194° F) y 105° C (221° F)

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (Véase la tabla 310.13 (c))			
	Ampacidad para 2001-5000 voltios		Ampacidad para 5001-35,000 voltios	
	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105
Un circuito (Véase la Figura 310.60, Detalle 7)				
8	90	95	––	--
6	120	130	115	120
4	150	165	150	160
2	195	205	190	205
1	225	240	215	230
1/0	255	270	245	260
2/0	290	310	275	295
3/0	330	360	315	340
4/0	375	405	360	385
250	410	445	390	410
350	490	580	470	505
500	590	635	565	605
750	725	780	685	740
1000	825	885	770	830
Dos circuitos (Véase la Figura 310.60, Detalle 8)				
8	85	90	––	--
6	110	115	105	115
4	140	150	140	150
2	180	195	175	190
1	205	220	200	215
1/0	235	250	225	240
2/0	265	285	255	275
3/0	300	320	290	315
4/0	340	365	325	350
250	370	395	355	380
350	445	480	425	455
500	535	575	510	545

750	650	700	615	660
1000	740	795	690	745

Tabla 310.86. Ampacidad de tres ternas de conductores individuales de aluminio, aislados, enterrados directamente en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20° C (68° F), el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310.60, factor de carga del 100%, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90° C (194° F) y 105° C (221° F)

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (Véase la tabla 310.13 (c))			
	Ampacidad para 2001-5000 voltios		Ampacidad para 5001-35,000 voltios	
	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105	90° C (194° F) tipo MV-90	105° C (221° F) tipo MV-105
Un circuito (Véase la Figura 310.60, Detalle 7)				
8	70	75	––	--
6	90	100	90	95
4	120	130	115	125
2	155	165	145	155
1	175	190	165	175
1/0	200	210	190	205
2/0	225	240	215	230
3/0	255	275	245	265
4/0	290	310	280	305
250	320	350	305	325
350	385	420	370	400
500	465	500	445	480
750	580	625	550	590
1000	670	725	635	680
Dos circuitos (Véase la Figura 310.60, Detalle 8)				
8	65	70	––	--
6	85	95	85	90
4	110	120	105	115
2	140	150	135	145
1	160	170	155	170
1/0	180	195	175	190
2/0	205	220	200	215
3/0	235	250	225	245
4/0	265	285	255	275
250	290	310	280	300
350	350	375	335	360
500	420	455	405	435
750	520	560	485	525
1000	600	645	565	605

ARTÍCULO 312
Gabinetes, cajas de corte y gabinetes Para aparatos de medida enchufables

312.1 Alcance. Este artículo trata de las especificaciones de instalación y construcción de gabinetes y cajas de corte para aparatos de medida enchufables.

I. Instalación

312.2 Lugares húmedos y mojados. En lugares húmedos o mojados, los gabinetes de tipo superficial dentro del alcance de este artículo, se deben colocar o deben estar equipados, de manera tal que se evite el ingreso y la acumulación de humedad o de agua dentro del gabinete o la caja de corte, y deben estar montados de forma que exista un espacio libre de por lo menos 6 mm (¼ pulgada) entre el envolvente y la pared u otra superficie de apoyo. Los gabinetes instalados en lugares mojados deben ser a prueba de intemperie. Se deben usar accesorios listados para lugares mojados en gabinetes en lugares mojados o canalizaciones o cables que entran por encima del nivel de partes vivas no aisladas.

Excepción: Se permitirá que los gabinetes *no metálicos se instalen sin el espacio libre sobre una superficie de concreto, mampostería, loza o similar.*

Nota: Véase la sección 300.6 con respecto a la protección contra la corrosión.

312.3 Posición en la pared. En paredes de concreto, loza u otro material no combustible, los gabinetes se deben instalar de manera que el borde frontal del gabinete no quede a más de 6 mm (¼ pulgada) hacia adentro de la superficie terminada. En paredes construidas de madera u otro material combustible, los gabinetes deben quedar a ras o deben sobresalir de la superficie terminada.

312.4 Reparación de las superficies no combustibles. Las superficies no combustibles que estén dañadas o incompletas se deben reparar para que no queden espacios abiertos ni separaciones mayores a 3 mm (1/8 pulgada) en el borde del gabinete o la caja de corte que utilicen una cubierta a ras.

312.5 Gabinetes, cajas de corte y gabinetes para aparatos de medida enchufables. Los conductores que entren en los gabinetes dentro del alcance de este artículo, se deben proteger contra la abrasión y deben cumplir lo que se especifica en las secciones 312.5 (A) hasta (C).

(A) Aberturas que se deben cerrar. Las aberturas a través de las cuales entran los conductores se deben cerrar de manera adecuada.

(B) Gabinetes, cajas de corte y gabinetes para aparatos de medida enchufables, todos metálicos. Cuando los gabinetes metálicos dentro del alcance de este artículo se instalan con alambrado sostenido por cable mensajero, alambrado a la vista sobre aisladores o alambrado oculto de perilla y tubo, los conductores deben entrar a través de adaptadors aisladores, o en lugares secos a través de tubería flexible que se extienda desde el último soporte de aislamiento, y se deben fijar firmemente al gabinete.

(C) Cables. Cuando se utilizan cables, cada uno de ellos debe estar fijo al

gabinete, la caja de corte o el envolvente para aparatos de medida enchufables.

Excepción: Se permitirá que los cables con forro total no metálico entren por la parte superior de un gabinete de montaje superficial, a través de una o más canalizaciones no flexibles cuya longitud no sea inferior a 450 mm (18 pulgadas) ni superior a 3.0 m (10 pies), siempre y cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

(a) Cada cable esté sujeto a no más de 300 mm (12 pulgadas), medidos a lo largo del forro, desde el extremo final de la canalización.

(b) La canalización se extiende directamente por encima del gabinete y no penetra en ningún cielo raso estructural.

(c) En cada extremo de la canalización existe un accesorio para proteger al(los) cable(s) de la abrasión y los accesorios siguen siendo accesibles después de la instalación.

(d) La canalización está sellada o taponada en el extremo exterior con medios aprobados, de modo tal que se evite el acceso al gabinete a través de la canalización.

(e) El forro del cable es continuo en toda la canalización y se extiende dentro del gabinete, más allá del accesorio, en una distancia no inferior a 6 mm (¼ pulgada).

(f) La canalización está sujeta en su extremo final y en otros puntos, de acuerdo con el artículo correspondiente.

(g) Cuando se instalen como conduit o tubería, el número permisible de cables no excede la ocupación permitida para sistemas completos de conduit o tubería, en la Tabla 1 del Capítulo 9 de este Código y todas sus notas correspondientes.

Nota: Véase la Tabla 1 del Capítulo 9, Nota 9 inclusive, con respecto a la ocupación permisible por los cables en canalizaciones circulares. Véase la sección 310.15 (B) (2) (a) con relación a las reducciones exigidas en la ampacidad para cables múltiples instalados en una canalización común.

312.6 Desviación de los conductores. Los conductores en los terminales o los conductores que entran a o salen de los gabinetes o cajas de corte *(cutout box)* y similares, deben cumplir con lo que se indica en las secciones 312.6 (A) hasta (C).

Excepción: El espacio para el doblado de los alambres en los envolventes (enclosures) para controladores de motores con disposiciones para uno o dos alambres por cada terminal, debe cumplir con la sección 430.10 (B).

(A) Ancho de las canales para alambrado. Los conductores no se deben doblar dentro de un gabinete o caja de corte a menos que exista una canal cuyo ancho esté acorde con la Tabla 312.6 (A). Los conductores en paralelo, según se indica en la sección 310.4, se deben considerar con base en el número de conductores en paralelo.

(B) Espacio para el doblado de los alambres en los terminales. El espacio para doblar el alambre en cada terminal debe cumplir con lo que se indica en la sección 312.6 (B) (1) o (B) (2).

(1) Conductores que no entran ni salen por la pared opuesta. Se debe aplicar la Tabla 312.6 (A) cuando el conductor no entra ni sale del envolvente a través de la pared opuesta a su terminal.

(2) Conductores que entran o salen por la pared opuesta. Se debe aplicar la Tabla 312.6 (B) cuando el conductor entra o sale del envolvente a través de la pared opuesta a su terminal.

Excepción No. 1: Cuando la distancia entre la pared y su terminal está de acuerdo con la Tabla 312.6 (A), se permitirá que un conductor entre o salga de un gabinete a través de la pared opuesta a su terminal, siempre que dicho conductor entre al gabinete o salga de él en el lugar donde la canal se une con la canal adyacente, cuyo ancho esté de acuerdo con el que se indica en la Tabla 312.6 (B) para el conductor.

Excepción No. 2: Se permitirá que un conductor no superior al 350 kcmil entre o salga de un gabinete que contenga solamente un aparato de medida enchufable, a través de la pared opuesta a su terminal, siempre que la distancia entre el terminal y la pared opuesta no sea inferior a la que se especifica en la Tabla 312.6 (A) y que el terminal sea de tipo cableado, cuando el terminal cumpla cualquiera de las siguientes condiciones:

(a) Se dirija hacia la abertura del gabinete y en un ángulo no mayor a 45 grados con respecto a la perpendicular a la pared del envolvente.

(b) Se dirija de frente a la pared del gabinete y tenga una desviación no superior al 50% del espacio de doblado que se especifica en la Tabla 312.6 (A).

***Nota**: La desviación es la distancia medida a lo largo de la pared del gabinete, desde el eje de la línea central del terminal, hasta una línea que pasa a través del centro de la abertura del envolvente.*

(C) Conductores del 4 AWG o más. La instalación debe cumplir con lo que se indica en la sección 300.4 (G).

312.7 Espacio en los gabinetes. Los gabinetes y las cajas de corte deben tener espacio suficiente para acomodar todos los conductores instalados en ellos sin que haya aglomeración.

Tabla 312.6 (A). Espacio mínimo para el doblado del alambre en los terminales, y ancho mínimo de las canales para alambrado

Calibres del alambre (AWG o Kcmil)	Alambres por cada terminal									
	1		2		3		4		5	
	mm	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada
14 - 10	No se especifica	--	--	--	--	--	--	--	--	
8 - 6	38.1	1 ½	--	--	--	--	--	--	--	--
4 - 3	50.8	2	--	--	--	--	--	--	--	--
2	63.5	2 ½	--	--	--	--	--	--	--	--
1	76.2	3	--	--	--	--	--	--	--	--
1/0-2/0	88.9	3½	127	5	178	7	--	--	--	--
3/0-4/0	102	4	152	6	203	8	--	--	--	--
250	114	4½	152	6	203	8	254	10	--	--
300-350	127	5	203	8	254	10	305	12	--	--
400-500	152	6	203	8	254	10	305	12	356	14
600-700	203	8	254	10	305	12	356	14	406	16
750-900	203	8	305	12	356	14	406	12	457	18
1000-1250	254	10	--	--	--	--	--	--	--	--
1500-2000	305	12	--	--	--	--	--	--	--	--

Nota: El espacio para el doblado en los terminales se debe medir en línea recta desde el extremo de la lengüeta de conexión o del conector del alambre (en la dirección en que el alambre sale del terminal) hasta la pared, barrera u obstrucción.

312.8 Gabinetes para interruptores o dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los gabinetes para interruptores o dispositivos de protección contra sobrecorriente no se deben utilizar como cajas de unión, canales auxiliares ni canalizaciones para conductores que se alimentan a través de o se derivan de otros interruptores o dispositivos de protección contra sobrecorriente, a menos que exista un espacio adecuado para este propósito. Los conductores no deben ocupar el espacio del alambrado en ninguna sección transversal en más del 40% del área de la sección transversal del espacio; y los conductores, empalmes y derivaciones no deben ocupar el espacio del alambrado en ninguna sección transversal en más del 75% del área de sección transversal de dicho espacio.

312.9 Espacios laterales o posteriores para alambrado, o canales. Los gabinetes y las cajas de corte deben tener canales, espacios posteriores de alambrado, o compartimientos de alambrado según se exige en las secciones 312.11 (C) y (D).

Tabla 312.6 (B). Espacio mínimo para el doblado del alambre en los terminales

Calibre del alambre (AWG o kcmil)		Alambres por cada terminal							
		1		2		3		4 o más	
Todos los otros conductores	Conductores de aleación de aluminio AA-8000, de trenzado compacto. (Véase la Nota 3)	mm	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada
14-10	12-8	No se especifica	--	--	--	--	--		
8	6	38.1	1 ½	--	--	--	--	--	
6	4	50.8	2	--	--	--	--	--	
4	2	76.2	3	--	--	--	--	--	
3	1	76.2	3	--	--	--	--	--	
2	1/0	88.9	3 ½	--	--	--	--	--	
1	2/0	114	4 ½	--	--	--	--	--	
1/0	3/0	140	5 ½	140	5 ½	178	7	--	--
2/0	4/0	152	6	152	6	190	7 ½	--	--
3/0	250	165a	6 ½[a]	165[a]	6 ½[b]	203	8	--	--
4/0	300	178b	7b	190[c]	7 ½[c]	216[a]	8 ½[a]	--	--
250	350	216[d]	8½[d]	229[d]	8 ½[d]	254[b]	9[b]	254	10
300	400	254[e]	10[e]	254[d]	10[d]	279[b]	11[b]	305	12
350	500	305[e]	12[e]	305[e]	12[e]	330[e]	13[e]	356[d]	14[d]
400	600	330[e]	13[e]	330[e]	13[e]	356[e]	14[e]	381[e]	15[c]
500	700-750	356[e]	14[e]	356[e]	14[e]	381[e]	15[e]	406[e]	16[e]
600	800-900	381[e]	15[e]	406[e]	16[e]	457[e]	18[e]	483[e]	19[e]
700	1000	406[e]	16[e]	457[e]	18[e]	508[e]	20[e]	559[e]	22[e]
750	--	432[e]	17[e]	483[e]	19[e]	559[e]	22[e]	610[e]	24[e]
800	--	457	18	508	20	559	22	610	24
900	--	483	19	559	22	610	24	610	24
1000	--	508	20	--	--	--	--		
1250	--	559	22	--	--	--	--		
1500	--	610	24	--	--	--	--		
1750	--	610	24	--	--	--	--		
2000	--	610	24	--	--	--	--		

Notas:
1. El espacio para el doblado en los terminales se debe medir en una línea recta desde el extremo de la lengüeta de conexión o del conector del alambre en dirección perpendicular a la pared del encerramiento.
2. Para los terminales removibles y de tendido de cables para un solo alambre, se permitirá que el espacio para el doblado se reduzca en la siguiente cantidad de milímetros (pulgadas):
a 12.7 mm (½ pulgada).
b 25.4 mm (1 pulgada).
c 38.1 mm (1½ pulgadas).
d 50.8 mm (2 pulgadas).
e 76.2 mm (3 pulgadas)
3. Se permitirá que en esta columna se determine el espacio exigido para el doblado del alambre para conductores de aluminio de trenzado compacto, con calibres hasta de 1 000 kcmil y fabricados utilizando material para conductores de aleación de aluminio con grado eléctrico serie AA-8000, de acuerdo con la sección 310.14.

II. Especificaciones de construcción

312.10 Material. Los gabinetes, las cajas de corte y los gabinetes para aparatos de medida enchufables deben cumplir con las especificaciones de las secciones 312.10 (A) hasta (C).

(A) Gabinetes y cajas de paso de metal. Los gabinetes que están dentro del alcance de este artículo se deben proteger contra la corrosión, tanto internamente como externamente.

Nota: Para información sobre la protección contra la corrosión, véase la sección 300.6.

(B) Resistencia. El diseño y la construcción de los gabinetes que están dentro del alcance de este artículo, deben garantizar tanto resistencia como rigidez. Si están construidos de lámina de acero, el espesor del metal no debe ser inferior a 1.35 mm (0.053 pulgadas) sin recubrimiento.

(C) Gabinetes no metálicos. Los gabinetes no metálicos deben estar listados o se deben someter a aprobación antes de la instalación.

312.11 Separación. La separación dentro de los gabinetes y las cajas de corte *(cutout box)* deben cumplir con lo que se indica en las secciones 312.11 (A) hasta (D).

(A) Generalidades. La separación dentro de los gabinetes y las cajas de corte debe ser suficiente para que haya espacio amplio para la distribución de los alambres y cables colocados en su interior, y para una separación entre las partes metálicas de los dispositivos y de los aparatos montados dentro de ellos, de acuerdo con (A) (1), (A) (2) y (A) (3).

(1) Base. En los lugares que no sean los puntos de soporte, debe haber un espacio libre mínimo de 1.59 mm (0.0625 pulgadas) entre la base del dispositivo y la pared de cualquier gabinete metálico o caja de corte en la cual se ensamble el dispositivo.

(2) Puertas. Debe existir un espacio libre mínimo de 25.4 mm (1.00 pulgadas)

entre cualquier parte metálica viva, incluidas las partes metálicas vivas de los fusibles incluidos, y la puerta.

Excepción: Cuando la puerta está recubierta con un material aislante aprobado, o es de metal con un espesor no inferior a 2.36 mm (0.093 pulgadas) sin recubrimiento, el espacio libre no debe ser menor a 12.7 mm (0.500 pulgadas).

(3) Partes vivas. Debe existir un espacio libre de por lo menos 12.7 mm (0.500 pulgadas) entre las paredes, la parte posterior, la división de las canales, si son metálicos, o la puerta de cualquier gabinete o caja de corte y la parte expuesta portadora de corriente más próxima de los dispositivos montados dentro del gabinete, cuando la tensión no excede los 250. Esta separación se debe incrementar a por lo menos 25.4 mm (1.00 pulgadas) para tensiones nominales de 251 a 600.

Excepción: Cuando se cumplen las condiciones que se indican en la sección 312.11 (A) (2), Excepción, se permitirá que el espacio libre, para tensiones nominales de 251 a 600, no sea inferior a 12.7 mm (0.500 pulgadas).

(B) Espacio libre para los interruptores. Los gabinetes y las cajas de corte *(cutout box)* deben tener una profundidad suficiente que permita el cierre de las puertas cuando los interruptores de los paneles de distribución del circuito ramal de 30 amperios estén en cualquier posición, cuando los interruptores cortacircuitos combinados estén en cualquier posición, o cuando otros interruptores de tiro sencillo estén abiertos tanto como su construcción lo permita.

(C) Espacio para el alambrado. Los gabinetes y las cajas de corte que contienen dispositivos o aparatos conectados dentro del gabinete o la caja a más de ocho conductores, incluyendo aquellos de los circuitos ramales, los bucles de medición, los circuitos alimentadores, los circuitos de potencia y circuitos similares, pero sin incluir los circuitos de alimentación ni una continuación de ellos, deben tener espacios de alambrado posterior o uno o más espacios de alambrado o canales laterales, o compartimientos para el alambrado.

(D) Espacio para el alambrado – gabinete. Los espacios laterales para alambrado, las canales laterales o los compartimientos laterales para alambrado de los gabinetes y las cajas de corte *(cutout box)* deben ser envolventes *(enclosures)* herméticos por medio de cubiertas, barreras o divisiones que se extiendan desde las bases de los dispositivos que se encuentran en el gabinete, hasta la puerta, el bastidor o los lados del gabinete.

Excepción: No se exigirá que los espacios laterales para alambrado, las canales laterales o los compartimientos laterales para alambrado de los gabinetes sean envolventes (enclosures) herméticos cuando dichos espacios laterales contengan únicamente conductores que entran al gabinete directamente en dirección opuesta a los dispositivos donde terminan.

Los espacios posteriores para alambrado parcialmente encerrados deben tener cubiertas para completar el envolvente. Los espacios para alambrado que se exigen en la sección 312.11(C) y que están expuestos cuando se abren las puertas, deben tener cubiertas para completar el gabinete. Cuando existe un espacio adecuado para los conductores de paso de alimentación y para los empalmes, tal como se exige en la sección 312.8, no se exigirán barreras adicionales.

ARTÍCULO 314
Cajas de salida, de dispositivos, de paso y de empalmes, cuerpos de conduit, accesorios y gabinetes de acceso manual

I. Alcance y generalidades

314.1 Alcance. Este artículo trata de la instalación y el uso de todas las cajas y cuerpos de conduit utilizados como cajas de salida, de dispositivos, de paso y de empalmes, dependiendo de su utilización; así como de los gabinetes de acceso manual. Las cajas fundidas, de lámina metálica, no metálicas y otras cajas tales como las FS, FD y cajas más grandes no clasificadas como cuerpos de conduit. Este artículo también incluye los requisitos de instalación para los accesorios empleados para unir canalizaciones y para conectar las canalizaciones y los cables a las cajas y los cuerpos de conduit.

314.2 Cajas redondas. Las cajas redondas no se deben utilizar cuando los cuerpos de conduit o los conectores que requieren el uso de contratuercas o boquillas se deban conectar a la parte lateral de la caja.

314.3 Cajas no metálicas. Se permitirán cajas no metálicas únicamente con alambrados abiertos sobre aisladores, con alambrados ocultos de perilla y tubo, con métodos de alambrado cableados con forros totales no metálicos, cordones flexibles y canalizaciones no metálicas.

Excepción No. 1: Cuando se suministran medios internos de unión entre todas las entradas, se permitirá el uso de cajas no metálicas con canalizaciones metálicas o cables con armadura metálica.

Excepción No. 2: Cuando se suministran medios de unión integral, con disposiciones para fijar un puente de unión de equipos dentro de la caja, entre todas las entradas roscadas en cajas no metálicas listadas para ese propósito, se permitirá la utilización de cajas no metálicas con canalizaciones metálicas o cables con armadura metálica.

314.4 Cajas metálicas. Las cajas metálicas deben estar puestas a tierra y unidas de acuerdo con las partes I, IV, V, VI, VII y X del Artículo 250, según corresponda, excepto lo permitido en la sección 250.112 (1).

314.5 Cuerpos de conduit de radio corto. Los cuerpos de conduit tales como codos con tapa y codos de entrada de la acometida que encierran conductores del 6 AWG o más pequeños, y que están destinadas únicamente para permitir la instalación de las canalizaciones y los conductores que contienen, no deben contener empalmes, derivaciones ni dispositivos, y deben tener el tamaño suficiente para brindar espacio libre para todos los conductores encerrados en el cuerpo de conduit.

II. Instalación

314.15 Lugares húmedos o mojados. En lugares húmedos o mojados, las cajas, cuerpos de conduit y accesorios se deben colocar o deben estar equipados para evitar el ingreso y la acumulación de humedad dentro de la caja, cuerpo de conduit o accesorio. Las cajas, cuerpos de conduit y accesorios instalados en lugares mojados deben ser listados o certificados para el uso en dichos lugares.

NOTA No. 1: Véase la sección 314.27(C) con respecto a las cajas en los pisos.

NOTA No. 2: Véase la sección 300.6 con respecto a la protección contra la corrosión.

314.16 Número de conductores en las cajas de salida, de dispositivos y de empalme, y en los cuerpos de conduit. Las cajas y los cuerpos de conduit deben tener el tamaño suficiente para brindar espacio libre para todos los conductores encerrados. En ningún caso el volumen de la caja, calculado tal como se indica en la sección 314.16 (A), debe ser menor que el cálculo para la ocupación, determinado tal como se indica en la sección 314.16 (B). El volumen mínimo para los cuerpos de conduit debe ser el que se calcula según se indica en la sección 314.16 (C).

Las disposiciones de esta sección no se deben aplicar a las cajas para los terminales que se suministran con los motores o los generadores.

NOTA: Para los requisitos de volumen de las cajas de los terminales de motores o generadores, véase la sección 430.12.

Las cajas y los cuerpos de conduit que encierran conductores del 4 AWG o más grandes también deben cumplir con las disposiciones de la sección 314.28.

(A) Cálculos del volumen de la caja. El volumen de un envolvente (caja) para alambrado debe ser el volumen total de las secciones ensambladas y, cuando se utilice, del espacio suministrado por anillos de yeso, cubiertas de domo, anillos de extensión, etc. que estén marcados con su volumen o estén hechos a partir de cajas cuyas dimensiones se indican en la Tabla 314.16 (A).

(1) Cajas estándar. El volumen para las cajas estándar que no están marcadas con su volumen, debe ser el que se indica en la Tabla 314.16(A).

(2) Otras cajas. Las cajas de 1650 cm^3 (100 pulgadas cúbicas) o menos, diferentes de aquellas descritas en la Tabla 314.16 (A), y las cajas no metálicas deben ser marcadas con su volumen de manera duradera y legible por parte del fabricante. Se permitirá que las cajas descritas en la Tabla 314.16 (A) que tienen un volumen mayor al indicado en la tabla, tengan su volumen marcado así como se exige en esta sección.

(B) Cálculos de la ocupación de la caja. Los volúmenes de los párrafos 314.16 (B) (1) hasta (B) (5), según corresponda, se deben sumar. No se exigirá ninguna tolerancia para accesorios pequeños tales como boquillas o contratuercas.

(1) Ocupación debida a los conductores. Cada conductor que se origina por fuera de la caja y termina o está empalmado dentro de ella, se debe contar una sola vez, y cada conductor que pasa a través de la caja sin empalmes ni terminaciones se debe contar una sola vez. Cada bucle o espiral de conductores ininterrumpidos no inferiores al doble de la longitud mínima exigida para los conductores libres en la sección 300.14, se debe contar dos veces. La ocupación debida a los conductores se debe calcular usando la Tabla 314.16 (B). Un conductor en el cual ninguna de sus partes abandona la caja, no se debe tener en cuenta.

Excepción: Se permitirá que el conductor o conductores de puesta a tierra de equipos o como máximo cuatro alambres para accesorios, más pequeños que el 14 AWG, o ambos, se omitan de los cálculos cuando entran a una caja desde una luminaria con domo o tapa

ornamental similar y terminan dentro de esa caja.

(2) Ocupación debida a la abrazadera. Cuando en la caja se encuentran una o más abrazaderas de cable internas, bien sea suministrada en fábrica o en el campo, se debe considerar un solo volumen, de acuerdo con la Tabla 314.16 (B), con base en el conductor más grande que se encuentre en la caja. No se exigirá considerar para un conector de cable cuyo mecanismo de sujeción este fuera de la caja.

(3) Ocupación debida a los accesorios de soporte. Cuando en la caja se encuentran uno o más pernos o adaptadores de montaje de luminarias, se deberá considerar de un solo volumen para cada tipo de accesorio, de acuerdo con la Tabla 314.16 (B), con base en el conductor más grande que se encuentre en la caja.

(4) Ocupación debida al equipo o dispositivo. Para cada yugo o estribo que contenga uno o más dispositivos o equipos, se debe considerar un doble volumen, de acuerdo con la Tabla 314.16 (B), para cada yugo o estribo, con base en el conductor más grande conectado al(los) dispositivo(s) o al equipo sostenido por ese yugo o estribo. Para un dispositivo o un equipo de utilización con ancho superior al de una caja de un solo dispositivo de 50 mm (2 pulgadas) tal como se describe en la Tabla 314.16 (A), debe considerarse un doble volumen por cada tándem exigido para el montaje.

(5) Ocupación debida al conductor de puesta a tierra del equipo. Cuando uno o más conductores de puesta a tierra de equipos o puentes de unión de equipos entran en una caja, se debe considerar para un solo volumen de acuerdo con la Tabla 314.16 (B), con base en el conductor más grande de puesta a tierra del equipo o del puente más grande de unión del equipo que se encuentre en la caja. Cuando en la caja existe un conjunto adicional de conductores de puesta a tierra del equipo, tal como lo permite la sección 250.146(D), se debe considerar un volumen con base en el conductor más grande de puesta a tierra del equipo en el conjunto adicional.

(C) Cuerpos de conduit

(1) Generalidades. Los cuerpos de conduit que encierran conductores del 6 AWG o más pequeños, diferentes de los cuerpos de conduit de radio corto descritos en la sección 314.5, deben tener un área de la sección transversal no inferior al doble del área de la sección transversal del conduit o tubería más grande a la cual ellos se puedan fijar. El número máximo de conductores permitidos debe ser el número máximo que se permite en la Tabla 1 del Capítulo 9 para el conduit o la tubería a la cual se fija.

(2) Con empalmes, derivaciones o dispositivos. Sólo se permitirá que aquellos cuerpos de conduit que han sido marcados con su volumen de forma durable y legible por el fabricante contengan empalmes, derivaciones o dispositivos. El número máximo de conductores se debe calcular de acuerdo con la sección 314.16 (B). Los cuerpos de conduit deben tener un soporte rígido y seguro.

Tabla 314.16 (A) Cajas metálicas

Tamaño comercial de la caja			Volumen mínimo		Número máximo de conductores* (organizados por calibre AWG)						
mm	pulgada	Tipo	cm^3	$Pulgada^3$	18	16	14	12	10	8	6
100 x 32	(4 x 1 ¼)	Redonda/octagonal	205	12.5	8	7	6	5	5	5	2
100 x 38	(4 x 1 ½)	Redonda/octagonal	254	15.5	10	8	7	6	6	5	3
100 x 54	(4 x 2 1/8)	Redonda/octagonal	353	21.5	14	12	10	9	8	7	4
100 x 32	(4 x 1 ¼)	Cuadrada	295	18	12	10	9	8	7	6	3
100 x 38	(4 x 1 ½)	Cuadrada	344	21	14	12	10	9	8	7	4
100 x 54	(4 x 2 1/8)	Cuadrada	497	30.3	20	17	15	13	12	10	6
120 x 32	(4 11/16 x 1 ¼)	Cuadrada	418	25.5	17	14	12	11	10	8	5
120 x 38	(4 11/16 x 1 ½)	Cuadrada	484	29.5	19	16	14	13	11	9	5
120 x 54	(4 11/16 x 2 1/8)	Cuadrada	689	42	28	24	21	18	16	14	8
75 x 50 x 38	(3 x 2 x 1 ½)	De Dispositivo	123	7.5	5	4	3	3	3	2	1
75 x 50 x 50	(3 x 2 x 2)	De Dispositivo	164	10	6	5	5	4	4	3	2
75 x 50 x 57	(3 x 2 x 1 2 ¼)	De Dispositivo	172	10.5	7	6	5	4	4	3	2
75 x 50 x 65	(3 x 2 x 2 ½)	De Dispositivo	205	12.5	8	7	6	5	5	4	2
75 x 50 x 70	(3 x 2 x 2 ¾)	De Dispositivo	230	14	9	8	7	6	5	4	2
75 x 50 x 90	(3 x 2 x 3 ½)	De Dispositivo	295	18	12	10	9	8	7	6	3
100 54 x 38	(4 x 2 1/8 x 1 ½)	De Dispositivo	169	10.3	6	5	5	4	4	3	2
100 54 x 48	(4 x 2 1/8 x 1 7/8)	De Dispositivo	213	13	8	7	6	5	5	4	2
100 54 x 54	(4 x 2 1/8 x 2 1/8)	De Dispositivo	238	14.5	9	8	7	6	5	4	2
95 x 50 x 65	(3 3/4 x 2 x 2 ½)	Caja/tándem	230	14	9	8	7	6	5	4	2
95 x 50 x 90	(3 3/4 x 2 x 2 ½)	de mampostería	344	21	14	12	10	9	8	7	4
mín. 44.5 profundidad	FS -Cubierta/tándem sencillos (1 ¾)	221	13.5	9	7	6	6	5	4	2	2
mín. 60.3 profundidad	FD - Cubierta/tándem sencillos (2 3/8)	295	18	12	10	9	8	7	6	3	3
mín. 44.5 profundidad	FS - Cubierta/tándem múltiples (1 ¾)	295	18	12	10	9	8	7	6	3	3
mín. 60.3 profundidad	FD Cubierta/tándem múltiples (2 3/8)	395	24	16	13	12	10	9	8	4	4

* Cuando no es requerido considerar volumen por las secciones 314.16 (B) (2) hasta (B) (5).

314.17 Conductores que entran en las cajas, cuerpos de conduit o accesorios. Los conductores que entran en las cajas, cuerpos de conduit o accesorios deben estar protegidos contra la abrasión y deben cumplir con lo que se indica en las secciones 314.17 (A) hasta (D).

(A) Aberturas que se deben cerrar. Las aberturas a través de las cuales entran los conductores se deben cerrar de manera adecuada.

(B) Cajas y cuerpos de conduit metálicos. Cuando las cajas o los cuerpos de conduit metálicos se instalan con alambrado sostenido por cable mensajero, cableado abierto sobre aisladores o cableado oculto de perilla y tubo, los conductores deben entrar a través de adaptadors aisladores o, en lugares secos, a través de tubería flexible que se extienda desde el último soporte aislante hasta no menos de 6 mm (¼ pulgada) dentro de la caja y más allá de cualquier abrazadera para cable. Con excepción de lo que se indica en la sección 300.15 (C), el cableado se debe fijar firmemente a la caja o al cuerpo de conduit. Cuando se instalan canalizaciones o cables con cajas o cuerpos de

conduit metálicos, la canalización o el cable se debe fijar a dichas cajas y cuerpos de conduit.

Tabla 314.16 (B) Volumen que es requerido considerar para cada conductor

Calibre del conductor (AWG)	Espacio libre dentro de la caja para cada conductor	
	cm^3	$pulgada^3$
18	24.6	1.5
16	28.7	1.75
14	32.8	2
12	36.9	2.25
10	41	2.5
8	49.2	3
6	81.9	5

(C) Cajas y cuerpos de conduit no metálicos. Las cajas y cuerpos de conduit no metálicos deben ser adecuadas para el conductor con temperatura nominal más baja que entre en la caja. Cuando se utilizan cajas y cuerpos de conduit no metálicos con alambrado sostenido por cable mensajero, alambrado abierto sobre aisladores o alambrado oculto de perilla y tubo, los conductores deben entrar a la caja a través de orificios individuales. Cuando se utiliza tubería flexible para encerrar los conductores, la tubería se debe extender desde el último soporte aislante hasta no menos de 6 mm (1/4 pulgada) dentro de la caja y más allá de cualquier abrazadera para cable. Cuando se utiliza cable con forro no metálico o cable multiconductor tipo UF, el forro se debe extender hasta no menos de 6 mm (1/4 pulgada) dentro de la caja y más allá de cualquier abrazadera para cable. En todos los casos, todos los métodos de alambrado permitidos se deben fijar a las cajas.

Excepción: Cuando se usa cable con forro no metálico o cable multiconductor tipo UF con cajas de un solo tándem con tamaño no mayor que el nominal de 57 mm x 100 mm (2 1/4 pulgada x 4 pulgadas) montadas en las paredes o los cielos rasos, y cuando el cable está sostenido a una distancia no mayor a 200 mm (8 pulgadas) de la caja, medidos a lo largo del forro, y cuando el forro se extiende a través de la abertura de un disco removible para cable en no menos de 6 mm (1/ 4 pulgada), no se exigirá la fijación del cable a la caja. Se permitirán la entrada de cables múltiples en la abertura de un solo disco removible para cable.

(D) Conductores del 4 AWG o más grandes. La instalación debe cumplir con lo que se especifica en la sección 300.4 (G).

NOTA: Véase la sección 110.12 (A) con respecto a los requisitos sobre el cierre de las aberturas no utilizadas de agujeros ciegos para cables y canalizaciones.

314.19 Cajas que encierran dispositivos embutidos. Las cajas que se utilizan para encerrar dispositivos embutidos deben tener un diseño que permita que los dispositivos estén totalmente encerrados en la parte lateral y posterior, y se suministre un soporte significativo para los dispositivos. Los tornillos para el soporte de la caja no se deben utilizar para la fijación del dispositivo contenido en la caja.

314.20 En la pared o el cielo raso. En las paredes o los cielos rasos con una superficie de concreto, losa, estuco, yeso u otros materiales no combustibles, las cajas que utilizan una cubierta de tipo rasante o una placa frontal se deben instalar de modo que el borde frontal de la caja, el anillo de yeso, el anillo de extensión o el extensor listado no quede a más de 6 mm (¼ pulgada) hacia adentro de la superficie terminada.
En paredes y cielos rasos construidos de madera u otros materiales superficiales combustibles, las cajas, los anillos de yeso, los anillos de extensión y los extensores listados deben estar a ras con la superficie terminada o deben sobresalir de dicha superficie.

314.21 Reparación del yeso y de la mampostería sin motero o del panel de yeso. Las superficies de yeso, mampostería sin motero o panel de yeso que están dañadas o incompletas alrededor de las cajas que utilizan cubierta de tipo rasante o placa frontal, se deben reparar para que no existan espacios abiertos ni separaciones mayores que 3 mm (1/8 pulgada) en el borde de la caja.

314.22 Extensiones superficiales. Las extensiones superficiales se deben hacer mediante el montaje y la fijación mecánicas de un anillo de extensión por encima de la caja. La puesta a tierra del equipo se debe hacer según se especifica en la parte VI del artículo 250.

Excepción: Se permitirá hacer una extensión superficial desde la cubierta de una caja, cuando la cubierta está diseñada de modo que no es probable que se caiga o se retire si sus medios de fijación se aflojan. El método de alambrado debe ser flexible por una longitud suficiente que permita retirar la cubierta y brinde acceso al interior de la caja, y se debe organizar de forma que cualquier continuidad de la puesta a tierra sea independiente de la conexión entre la caja y la cubierta.

314.23 Soportes. Los envolventes *(enclosures)* dentro del alcance de este artículo deben tener soportes que estén de acuerdo con una o más de las disposiciones de las secciones 314.23 (A) hasta (H).

(A) Montaje superficial. Un gabinete montado en un edificio u otra superficie se debe fijar en su lugar de forma rígida y firme. Si la superficie no proporciona un soporte rígido y firme, se debe suministrar un soporte adicional que esté acorde con otras disposiciones de esta sección.

(B) Montaje estructural. Un gabinete sostenido de un elemento estructural de un edificio o de una plataforma debe estar sostenido rígidamente, bien sea directamente o mediante la utilización de una abrazadera metálica, polimérica o de madera.

(1) Clavos y tornillos. Los clavos y tornillos, cuando se emplean como medio de sujeción, se deben fijar utilizando ménsulas o apoyos en el exterior del gabinete, o deben pasar a través del interior a una

distancia no mayor a 6 mm (¼ pulgada) de la parte posterior o de los extremos del envolvente. No se permitirá que los tornillos pasen a través de la caja a menos que los filetes expuestos dentro de la caja estén protegidos utilizando medios aprobados para evitar la abrasión del aislamiento del conductor.

(2) Abrazaderas. Las abrazaderas metálicas deben estar protegidas contra la corrosión y elaboradas a partir de metal cuyo espesor no sea inferior a 0.51 mm (0.020 pulgadas) sin recubrimiento. Las abrazaderas de madera deben tener una sección transversal no inferior a la nominal de 25 mm x 50 mm (1 pulgada x 2 pulgadas). Las abrazaderas de madera en lugares mojados deben tener un tratamiento para esas condiciones. Las trabas poliméricas deben estar identificadas como adecuadas para el uso.

(C) Montaje en superficies terminadas. Un gabinete montado en una superficie terminada debe estar fijo a ella de manera rígida por medio de abrazaderas, anclajes o accesorios identificados para la aplicación.

(D) Cielos rasos suspendidos. Un gabinete montado en los elementos estructurales o de soporte de un cielo raso suspendido, debe tener un tamaño no superior a 1650 cm^3 (100 pulgadas cúbicas) y debe estar sujetado y asegurado en su lugar, según se indica en la sección (D) (1) o (D) (2).

(1) Elementos del armazón. Un gabinete debe estar sujeto a los elementos del armazón con medios mecánicos tales como pernos, tornillos o remaches, o utilizando grapas u otros medios de aseguramiento identificados para el uso con el(los) tipo(s) de elemento(s) del armazón del cielo raso y del(los) gabinete(s) utilizado(s). Los elementos del armazón deben estar adecuadamente soportados, sujetos y asegurados entre sí y a la estructura de la edificación.

(2) Alambres de soporte. La instalación debe cumplir con las disposiciones de la sección 300.11 (A). El gabinete se debe sujetar, utilizando métodos identificados para tal propósito, al alambre o los alambres de soporte del cielo raso, incluidos cualesquier alambres de soporte adicionales instalados para ese propósito. El alambre o los alambres de soporte utilizados para el soporte del envolvente deben estar sujetos en cada extremo de forma tal que queden tensos dentro de la cavidad del cielo raso.

(E) Gabinetes con soporte en la canalización, sin dispositivos, luminarias ni portalámparas. Un envolvente que no contenga dispositivos diferentes de aquellos para empalme, que no brinde apoyo a luminarias, portalámparas u otros equipos, y que esté soportado por las canalizaciones que entran, debe tener un tamaño que no exceda 1650 cm^3 (100 pulgadas cúbicas). El gabinete debe tener entradas roscadas, bujes o piezas identificadas para ese propósito. Debe estar asegurado por dos o más conduits roscados, apretados con la llave adecuada dentro del gabinete, bujes o piezas. Cada conduit se debe fijar a una distancia menor de 900 mm (3 pies) del gabinete, o de 450 mm (18 pulgadas) del gabinete si todas las entradas de los conduits están en el mismo lado.

Excepción: Se permitirá que el conduit metálico rígido, metálico intermedio o rígido no metálico, o la tubería metálica eléctrica brinden soporte a un cuerpo de conduit de cualquier tamaño, incluyendo un cuerpo de conduit construida únicamente con una entrada de conduit, siempre y cuando el tamaño comercial del cuerpo de conduit no sea superior al tamaño comercial más grande del conduit o la tubería metálica eléctrica.

(F) Gabinete con soporte en la canalización, con dispositivos, luminarias o portalámparas. Un gabinete que contenga dispositivos diferentes de aquellos para empalme, que soporten a luminarias, portalámparas u otros equipos y que esté soportado por las canalizaciones que entran, debe tener un tamaño que no exceda 1650 cm^3 (100 pulgadas cúbicas). El gabinete debe tener entradas roscadas o piezas identificadas para ese propósito. Debe estar soportado por dos o más conduits roscados apretados con la llave adecuada dentro del gabinete, bujes o piezas. Cada conduit se debe estar asegurado a una distancia no mayor a 450 mm (18 pulgadas) del envolvente.

Excepción No. 1: Se permitirá que el conduit metálico rígido o el metálico intermedio brinden soporte a un cuerpo de conduit de cualquier tamaño, incluyendo un cuerpo de conduit construida únicamente con una entrada de conduit, siempre y cuando el tamaño comercial del cuerpo de conduit no sea superior al tamaño comercial más grande del conduit.

Excepción No. 2: Se permitirá que un tramo ininterrumpido de conduit metálico rígido o metálico intermedio brinde soporte a una caja utilizada para sostener una luminaria o un portalámparas, o para dar soporte a un envolvente para cableado que es parte integral de una luminaria y se usa en lugar de una caja, según se establece en la sección 300.15 (B), cuando se cumplen todas las siguientes condiciones:

(a) El conduit está sujeto firmemente en un punto, de modo que la longitud del conduit más allá del último punto de soporte del conduit no exceda los 900 mm (3 pies).

(b) La longitud ininterrumpida del conduit antes del último punto de soporte del conduit es de 300 mm (12 pulgadas) o más, y esa porción del conduit está sujeta firmemente en algún punto a no menos de 300 mm (12 pulgadas) desde su último punto de soporte.

(c) Cuando son accesibles a personas no calificadas, las luminarias o los portalámparas están por lo menos a 2.5 m (8 pies) por encima del suelo o del área para estar de pie, medidos hasta su punto más bajo; y por lo menos a 900 mm (3 pies) medidos horizontalmente a una elevación de 2.5 m (8 pies) desde las ventanas, puertas, pórticos, escaleras de incendios o lugares similares.

(d) Una luminaria soportada por un solo conduit que no excede los 300 mm (12 pulgadas) en cualquier dirección desde el punto de

entrada del conduit.

(e) El peso soportado por cualquier conduit individual no excede los 9 kg (20 libras).

(f) En el extremo de la luminaria o el portalámparas, el conduit está apretado firmemente con la llave adecuada dentro de la caja, el cuerpo de conduit o el envolvente de alambrado integral, o en los bujes identificados para ese propósito. Cuando se utiliza una caja o un cuerpo de conduit para soporte, la luminaria se debe fijar directamente a la caja o el cuerpo de conduit, o por medio de un niple de conduit roscado cuya longitud no supere los 75 mm (3 pulgadas).

(G) Envolventes *(enclosures)* en concreto o mampostería. Un envolvente con soporte mediante empotramiento debe estar identificado como protegido adecuadamente contra la corrosión y empotrado de manera firme en concreto o mampostería.

(H) Cajas suspendidas. Un envolvente sostenido por un dispositivo de suspensión debe cumplir con lo estipulado en la sección 314.23 (H) (1) o (H) (2).

(1) Cordón flexible. Una caja debe estar sostenida por un cable o un cordón multiconductor de una manera aprobada, que proteja los conductores contra la tensión, tal como un conector roscado de alivio de tensiones dentro de una caja con un buje.

(2) Conduit. Una caja que brinde soporte a portalámparas o luminarias, o a los gabinetes de alambrado dentro de las luminarias utilizados en lugar de las cajas, según lo que se especifica en la sección 300.15(B), deben estar sostenidos por medio de tramos de conduit metálico intermedio o rígido. Los tramos con longitud superior a 450 mm (18 pulgadas), se deben conectar al sistema de alambrado con accesorios flexibles adecuados para el lugar. En el extremo de la luminaria, el conduit debe estar apretado firmemente con llave adecuada dentro de la caja o el gabinete del alambrado, o en las piezas o bujes identificados para ese propósito.
Cuando están soportadas únicamente por un solo conduit, se debe evitar que las uniones roscadas se aflojen mediante el uso de tornillos de presión u otros medios eficaces, o la luminaria, en cualquier punto, debe estar por lo menos a 2.5 m (8 pies) por encima del suelo o del área para estar de pie, y por lo menos a 900 mm (3 pies) medidos horizontalmente a una elevación de 2.5 m (8 pies) desde las ventanas, puertas, pórticos, escaleras de incendios o lugares similares. Una luminaria sostenida por un solo conduit no debe exceder los 300 mm (12 pulgadas) en cualquier dirección horizontal desde el punto de entrada del conduit.

314.24 Profundidad de las cajas. Las cajas para salidas y dispositivos deben tener una profundidad suficiente que permita que el equipo instalado dentro de ellas se ensamble de manera correcta, y que haya un espacio libre suficiente para evitar el daño a los conductores dentro de la caja.

(A) Cajas de salida sin dispositivos encerrados ni equipo de utilización. Ninguna caja debe tener una profundidad interna menor a 12.7 mm (½ pulgada).

(B) Cajas de salida y de dispositivos con dispositivos encerrados. Las cajas destinadas a encerrar dispositivos embutidos deben tener una profundidad interna no menor a 23.8 mm (^{15}/16 pulgadas).

(C) Equipo de utilización. Las cajas de salida y de dispositivos que encierran equipos de utilización deben tener una profundidad interna mínima que acomode la proyección posterior del equipo y el calibre de los conductores que alimentan al equipo. La profundidad interna debe incluir, cuando se utilizan, aquella de las cajas de extensión, anillos de yeso o cubiertas elevadas. La profundidad interna debe cumplir con todas las disposiciones aplicables de (C) (1) hasta (C) (5).

(1) Equipos grandes. Las cajas que encierran equipos de utilización con proyección posterior superior a 48 mm (1 ^{7}/8 pulgadas) desde el plano de montaje de la caja, deben tener una profundidad que no sea inferior a la profundidad del equipo más 6 mm (¼ pulgadas).

(2) Conductores más grandes que el 4 AWG. Las cajas que encierran equipos de utilización alimentados por conductores más grandes que el 4 AWG deben estar identificadas para su función específica.

(3) Conductores del 8, 6 o 4 AWG. Las cajas que encierran equipos de utilización alimentados por conductores del 8, 6 o 4 AWG deben tener una profundidad interna que no sea menor a 52.4 mm (2 ^{1}/16 pulgadas).

(4) Conductores del 12 o 10 AWG. Las cajas que encierran equipos de utilización alimentados por conductores del 12 o 10 AWG deben tener una profundidad interna no menor a 30.2 mm (1 ^{3}/16 pulgadas). Cuando el equipo se proyecta hacia la parte posterior, desde el plano de montaje de la caja, una distancia superior a 25 mm (1 pulgada), la caja debe tener una profundidad no inferior a la del equipo más 6 mm (¼ pulgada).

(5) Conductores del 14 AWG y más pequeños. Las cajas que encierran equipos alimentados por conductores del 14 AWG y más pequeños deben tener una profundidad no menor a 23.8 mm (^{15}/16 pulgadas).

Excepción para (C) (1) hasta (C) (5): Se permitirá el equipo de utilización listado para instalación con cajas específicas.

314. 25 Cubiertas y tapas ornamentales. En instalaciones terminadas, cada caja debe tener una cubierta, placa frontal, portalámparas o tapa ornamental para luminaria, excepto cuando la instalación cumple con lo que se especifica en la sección 410.24 (B).

(A) Cubiertas y placas metálicas o no metálicas. Se permitirán las cubiertas y placas metálicas o no metálicas. Cuando se utilizan cubiertas o placas metálicas, éstas deben cumplir con los requisitos de puesta a tierra de la sección 250.110.

> **NOTA**: Para los requisitos adicionales de puesta a tierra, véase la sección 410.42 (A) para las tapas ornamentales metálicas de luminarias, y las secciones 404.12 y 406.5 (B) para las placas frontales metálicas.

(B) Acabado de pared o cielo raso, combustible y expuesto. Cuando se utilizan una tapa ornamental o platillo de luminaria, cualquier acabado de pared o cielo raso, combustible y expuesto entre el borde de la tapa ornamental o platillo y la caja de salida debe estar cubierta con material no combustible.

(C) Dispositivo de suspensión de cordón flexible. Las cubiertas de las cajas de salida y los cuerpos de conduit que tienen orificios a través de los cuales pasan dispositivos de suspensión de cordón flexible, deben tener adaptadors diseñados para tal propósito o tener superficies lisas, bien redondeadas en las cuales se puedan apoyar los cordones. No se deben utilizar los adaptadors llamados de goma dura o compuesto.

314.27 Cajas de salida.

(A) Cajas en las salidas para luminarias. Las cajas utilizadas en las salidas para luminarias o portalámparas en un cielo raso, deben estar diseñadas para ese propósito y se debe exigir que soporten una luminaria con peso mínimo de 23 kg (50 libras). Las cajas utilizadas en las salidas para luminarias o portalámparas en una pared, deben estar diseñadas para ese propósito y estar marcadas, para indicar el peso máximo de la luminaria que se permite soportar por la caja en la pared, si es diferente de 23 kg (50 libras). En todas las salidas utilizadas exclusivamente para alumbrado, la caja debe estar diseñada o instalada de modo que se pueda fijar una luminaria.

> *Excepción: Se permitirá que una luminaria montada en la pared que no pese más de 3 kg (6 libras) esté soportada en otras cajas o anillos de yeso que estén fijos a otras cajas, siempre y cuando la luminaria o su yugo de soporte estén fijos a la caja por lo menos con dos tornillos No. 6 o más grandes*.

(B) Peso máximo de la luminaria. Se permitirá que las cajas de salida o los accesorios diseñados para el soporte de luminarias e instaladas tal como se exige en la sección 314.23 soporten una luminaria con un peso de 23 kg (50 libras) o menos. Una luminaria que pese más de 23 kg (50 libras) debe ser sostenida independiente de la caja de salida, a menos que dicha caja esté listada y marcada para el peso máximo que va a soportar.

(C) Cajas en el piso. Para los receptáculos localizados en el piso se deben utilizar cajas listadas específicamente para esta aplicación.

> *Excepción: Cuando la autoridad con jurisdicción las considera libres de la probabilidad de exposición al daño físico, la humedad y la suciedad, se permitirá que las cajas localizadas en pisos elevados de escaparates y lugares similares sean diferentes de aquellas listadas para las aplicaciones en el piso. Los receptáculos y las cubiertas deben estar listados como un ensamble para este tipo de lugar.*

(D) Cajas en las salidas para los ventiladores (de aspas) suspendidos del cielo raso. Las cajas de salida o los sistemas de cajas de salidas utilizados como único soporte para un ventilador (de aspas) suspendido del cielo raso deben estar listadas, marcadas por el fabricante como adecuadas para este propósito y no deben sostener ventiladores (de aspas) suspendidos del cielo raso con un peso superior a 32 kg (70 libras). Para cajas de salida o sistemas de cajas de salida diseñadas para sostener ventiladores (de aspas) suspendidos del cielo raso con un peso superior a 16 kg (35 libras), el marcado exigido debe incluir el peso máximo que se va a sostener.

(E) Equipo de utilización. Las cajas utilizadas para soportar equipos de utilización, diferentes de los ventiladores (de aspas) suspendidos del cielo raso, deben cumplir con los requisitos de las secciones 314.27 (A) y (B) para el soporte de una luminaria que tiene el mismo tamaño y el mismo peso.

Excepción: Se permitirá que el equipo de utilización con un peso no superior a 3 kg (6 libras) esté soportado en otras cajas o anillos de yeso que estén fijos a otras cajas, siempre y cuando el equipo o su yugo de soporte esté fijo a la caja por lo menos con dos tornillos No. 6 o más grandes.

314.28 Cajas de paso y de empalme, y cuerpos de conduit. Las cajas y cuerpos de conduit utilizadas como cajas de paso y de empalme deben cumplir con las especificaciones de las secciones 314.28 (A) hasta (D).

Excepción: Las cajas de terminales que se suministran con los motores deben cumplir con las disposiciones de la sección 430.12.

(A) Tamaño mínimo. Para las canalizaciones que contienen conductores del 4 AWG o más grandes que deben estar aislados, y para cables que contienen conductores del 4 AWG y más grandes, las dimensiones mínimas de las cajas de paso o de empalme instaladas en un tendido de cable o canalización deben cumplir con lo que se especifica en (A) (1) hasta (A) (3). Cuando una dimensión de un envolvente se debe calcular con base en el diámetro de las canalizaciones que entran, el diámetro debe ser el designador métrico (tamaño comercial), expresado en las unidades de medida empleadas.

(1) Tendidos rectos. En tendidos rectos, la longitud de la caja no debe ser inferior a ocho veces el indicador métrico (tamaño comercial) de la canalización más grande.

(2) Tendidos en ángulos o en U, o empalmes. En donde se hagan empalmes, tendidos en ángulos o en U, la distancia entre cada entrada de canalización dentro de la caja y la pared opuesta de ésta, no debe ser inferior a seis veces el designador métrico (tamaño comercial) de la canalización más grande en una hilera. Esta distancia se debe incrementar para las entradas adicionales, en una cantidad igual a la suma de los diámetros de todas las otras entradas de canalizaciones en la misma hilera y en la misma pared de la caja. Cada hilera se debe calcular individualmente, y se debe usar la hilera que proporcione la máxima distancia.

Excepción: Cuando una entrada para la canalización o cable está en la pared, de una caja o cuerpo de conduit, opuesta a una cubierta removible, se permitirá que la distancia desde esta pared hasta la cubierta cumpla con los requisitos de distancia para un alambre por cada terminal que se indica en la Tabla 312.6 (A).

La distancia entre las entradas de las canalizaciones que encierran al mismo conductor, no debe ser menor a seis veces el designador métrico (tamaño comercial) de la canalización más grande.

Cuando se intercambia el tamaño del cable por el tamaño de la canalización en las secciones 314.28 (A) (1) y (A) (2), se debe utilizar la canalización con el designador métrico (tamaño comercial) mínimo que se exige para el número y el tamaño de los conductores en el cable.

(3) Dimensiones más pequeñas. Se permitirán cajas o cuerpos de conduit con dimensiones menores a las exigidas en las secciones 314.28 (A) (1) y (A) (2) para instalaciones de combinaciones de conductores con una ocupación menor a la máxima del conduit o la tubería (del conduit o la tubería que se utiliza) permitida por la Tabla 1 del Capítulo 9, siempre y cuando la caja o el cuerpo de conduit haya sido listado para, y esté marcado permanentemente con, el número máximo y el tamaño máximo permitidos para los conductores.

(B) Conductores en cajas de paso o de empalme. En cajas de paso o cajas de empalme que tengan cualquiera de sus dimensiones mayor a 1.8 m (6 pies), todos los conductores deben estar cableados o agrupados en un modo aprobado.

(C) Tapas. Todas las cajas de paso, cajas de empalme y cuerpo de conduit deben tener tapas compatibles con la construcción de la caja o el cuerpo de conduit y que sean adecuadas para las condiciones de uso. Cuando se utilizan tapas metálicas, éstas deben cumplir con los requisitos de puesta a tierra de la sección 250.110.

(D) Barreras permanentes. Cuando se instalan barreras permanentes en una caja, cada sección se debe considerar como una caja independiente.

314.29 Cajas, conductos y gabinetes de acceso manual que deben ser accesibles. Las cajas, conductos y gabinetes de acceso manual se deben instalar de forma que el alambrado que se encuentra dentro de ellos, pueda ser accesible sin retirar ninguna parte del edificio o, en circuitos subterráneos, sin excavar las paredes laterales, el pavimento, la tierra u otras sustancias que se utilicen para establecer el terminado del terreno.

Excepción: Se permitirán cajas y envolventes (enclosures) de acceso manual listados, cuando están cubiertos por graba, agregado liviano o suelo granulado no cohesivo, si su ubicación está identificada de manera eficaz y es accesible para la excavación.

314.30 Gabinetes de acceso manual. Los gabinetes de acceso manual se deben diseñar e instalar para que resistan todas las cargas que probablemente se impongan sobre ellos.
Deben estar identificados para su uso en sistemas subterráneos.

NOTA: Véase el documento ANSI/SCTE 77-2002, Specification for Underground Enclosure Integrity, para información adicional sobre la carga de tráfico deliberada y no deliberada que se puede esperar que soporten los envolventes *(enclosures)* subterráneos.

(A) Tamaño. Los gabinetes de acceso manual se deben dimensionar de acuerdo con la sección 314.28 (A) para conductores que funcionan a 600 voltios o menos, y de acuerdo con la sección 314.71 para conductores que funcionan a más de 600 voltios. Para los gabinetes de acceso manual

sin fondo a los que se aplican las disposiciones de la sección 314.28 (A) (2), Excepción, o de la sección 314.71 (B) (1), Excepción No. 1, la medición para la tapa removible se debe tomar desde el extremo del conduit o del ensamble del cable.

(B) Entradas del alambrado. Las canalizaciones subterráneas y los conjuntos de cables subterráneos que entran en un envolvente de acceso manual se deben prolongar dentro del envolvente, pero no sé exigirá que estén conectados mecánicamente al envolvente.

(C) Alambrado encerrado. Todos los conductores encerrados y cualquier empalme o terminación, si está presente, deben ser listados como adecuados para lugares mojados.

(D) Cubiertas. Las cubiertas de los envolventes *(enclosures)* de acceso manual deben tener una marca o un logotipo de identificación que indique de manera visible la función del gabinete, por ejemplo "eléctrico". Las cubiertas de los envolventes *(enclosures)* de acceso manual deben requerir de la utilización de herramientas para abrirlas, o deben pesar más de 45 kg (100 libras). Las cubiertas metálicas y otras superficies conductoras expuestas deben estar unidos de acuerdo con la sección 250.92(A) si los conductores en el envolvente *(enclosure)* son conductores de la acometida, o de acuerdo con la sección 250.96(A) si los conductores en el gabinete son conductores del alimentador o del circuito ramal.

III. Especificaciones de construcción

314.40 Cajas, cuerpos de conductos y accesorios, metálicos.

(A) Resistentes a la corrosión. Las cajas, los cuerpos de conductos y los accesorios metálicos deben ser resistentes a la corrosión o deben estar bien galvanizados, esmaltados o tener otro recubrimiento adecuado por dentro y por fuera para prevenir la corrosión.

> **NOTA**: Véase la sección 300.6 con respecto a la limitación en el uso de las cajas y los accesorios protegidos contra la corrosión únicamente con esmalte.

(B) Espesor del metal. Las cajas de lámina de acero con tamaño no superior a 1650 cm^3 (100 pulgadas cúbicas) se deben fabricar de acero cuyo espesor no sea inferior a 1.59 mm (0.0625 pulgadas). La pared de una caja o un cuerpo de conduit de hierro maleable y una caja o cuerpo de conduit de aluminio, latón, bronce, o cinc, troquelada o de moldeado permanente debe tener un espesor no inferior a 2.38 mm ($^3/32$ pulgadas). Las cajas o cuerpos de conduit de otros metales fundidos deben tener un espesor de pared no menor que 3.17 mm ($^1/8$ pulgada).

> *Excepción No. 1: Se permitirá que las cajas y cuerpos de conduit listados que demuestren tener características y resistencia equivalentes sean fabricadas con otros metales o de menor espesor.*
>
> *Excepción No. 2: Se permitirá que las paredes de los cuerpos de conduit listados de radio reducido, de las que trata la sección 314.5, estén fabricadas con un metal de menor espesor.*

(C) Cajas metálicas de más de 1650 cm^3 (100 pulgadas cúbicas). Las cajas metálicas con tamaño superior a 1650 cm^3 (100 pulgadas cúbicas) se deben construir de manera tal que sean suficientemente resistentes y rígidas. Si son fabricadas con lámina de acero, el espesor del metal no debe ser inferior a 1.35 mm (0.053 pulgadas) sin recubrimiento.

(D) Disposiciones para la puesta a tierra. En cada caja metálica se debe suministrar un medio para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos. Se permitirá que el medio sea un agujero roscado o su equivalente.

314.41 Cubiertas. Las cubiertas metálicas deben ser del mismo material de la caja o cuerpo de conduit con la cual se utiliza, o deben estar revestidas con un material aislante firmemente unido, cuyo espesor no sea inferior a 0.79 mm (1/32 pulgadas), o deben estar listados para este propósito. Las cubiertas metálicas deben tener el mismo espesor de las cajas o cuerpos de conduit con las cuales se utiliza o deben estar listados para este propósito. Se permitirá usar cubiertas de porcelana o de otros materiales aislantes aprobados si su forma y espesor ofrecen la resistencia y protección exigidas.

314.42 Adaptadors. Las cubiertas de las cajas de salida y de los cuerpos de conduit que tienen orificios a través de los cuales puedan pasar cordones flexibles colgantes, deben tener adaptadors aprobados o tener superficies lisas y bien redondeadas en las cuales se pueda apoyar el cordón. Cuando los conductores individuales pasan a través de una cubierta metálica, se debe suministrar, para cada conductor, un orificio independiente equipado con un adaptadors de material aislante adecuado. Estos orificios independientes deben estar conectados por una ranura tal como lo exige la sección 300.20.

314.43 Cubiertas no metálicas. Los medios de soporte u otras formas de montaje de las cajas no metálicas deben estar por fuera de la caja, o se debe construir la caja de forma que se evite el contacto entre los conductores dentro de la caja y los tornillos de soporte.

314.44 Marcado. Todas las cajas y cuerpos de conduit, cubiertas, anillos de extensión, anillos de yeso y similares deben estar marcados de forma durable y legible con el nombre del fabricante o la marca comercial.

IV. Cajas de paso y de empalme para uso en sistemas de más de 600 voltios nominales

314.70 Generalidades. Cuando se utilizan cajas de paso y de empalme en sistemas de más de 600 voltios, la instalación debe cumplir con las disposiciones de la parte IV y también con las siguientes disposiciones de este artículo:

(1) Parte I, 314.2, 314.3 y 314.4

(2) Parte II, 314.15; 314.17; 314.20; 314.23 (A), (B) o (G); 314.28 (B); y 314.29.

(3) Parte III, 314.40(A) y (C), y 314.41.

314.71 Tamaño de las cajas de paso y de empalme. Las cajas de paso y de empalme deben suministrar el espacio y las dimensiones adecuadas para la instalación de los conductores y deben cumplir con los requisitos específicos de esta sección.

Excepción: Las cajas de terminales que se suministran con los motores deben cumplir con las disposiciones de la sección 430.12.

(A) Para tendidos rectos. La longitud de la caja no debe ser inferior a 48 veces el diámetro exterior, sobre el forro del conductor más grande, blindado o recubierto de plomo o del cable que entra en la caja. La longitud no debe ser menor a 32 veces el diámetro exterior del conductor o cable no blindado que sea más grande.

(B) Para tendidos en ángulo o en U.

(1) Distancia a la pared opuesta. La distancia entre cada cable o conductor que entra en la caja y la pared opuesta de ésta no debe ser inferior a 36 veces el diámetro exterior, sobre el forro, del cable o conductor más grande. Esta distancia se debe incrementar para las entradas adicionales en una cantidad igual a la suma de los diámetros exteriores, por encima del forro, de todas las otras entradas de cables o conductores a través de la misma pared de la caja.

Excepción No. 1: Cuando la entrada de un conductor o cable está en la pared de una caja opuesta a una cubierta removible, se permitirá que la distancia desde esta pared hasta la cubierta no sea inferior al radio de curvatura para los conductores, tal como se especifica en la sección 300.34.

Excepción No. 2: Cuando los cables no son blindados y no están recubiertos con plomo, se permitirá que la distancia de 36 veces el diámetro exterior se reduzca a 24 veces dicho diámetro.

(2) Distancia entre la entrada y la salida. La distancia entre la entrada de un cable o conductor y su salida de la caja no debe ser inferior a 36 veces el diámetro exterior, sobre el forro, de este cable o conductor.

Excepción: Cuando los cables no son blindados y no están recubiertos con plomo, se permitirá que la distancia de 36 veces el diámetro exterior se reduzca a 24 veces dicho diámetro.

(C) Laterales removibles. Uno o más de los laterales en toda caja de paso deben ser removibles.

314.72 Requisitos de construcción e instalación

(A) Protección contra la corrosión. Las cajas se deben fabricar con materiales intrínsecamente resistentes a la corrosión o se deben proteger adecuadamente, tanto interna como externamente, con esmalte, galvanización, electrodeposición u otros medios.

(B) Paso a través de divisiones. Se deben proporcionar adaptadors, pantallas o accesorios adecuados que tengan bordes lisos y redondeados donde los conductores o los cables pasan a través de las divisiones, y en otros lugares, cuando sea necesario.

(C) Envolvente completo. Las cajas deben proporcionar un envolvente completo para los cables o conductores que contienen.

(D) Alambrado accesible. Las cajas se deben instalar de forma que el alambrado sea accesible sin retirar ninguna parte del edificio. El espacio de trabajo que se debe suministrar debe estar de acuerdo con lo que se estipula en la sección 110.34.

(E) Cubiertas adecuadas. Las cajas se deben cerrar con cubiertas adecuadas, sujetas firmemente en su lugar. Se considerará que las cubiertas de cajas subterráneas con un peso superior a los 45 kg (100 libras) cumplen con este requisito. Las cubiertas para las cajas deben estar marcadas permanentemente con el siguiente texto “PELIGRO-ALTA TENSIÓN-PERMANEZCA ALEJADO”. Este marcado debe estar por fuera de la cubierta de la caja y debe

ser fácilmente visible. Las letras deben ser mayúsculas y tener una altura mínima de 13 mm (½ pulgada).

(F) Adecuadas para la manipulación prevista. Las cajas y sus cubiertas deben tener la capacidad de resistir la manipulación a la cual probablemente sean sometidas.

ARTÍCULO 320
Cables armados tipo AC

I. Generalidades

320.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para los cables armados tipo AC.

320.2 Definición.

Cables armados tipo AC (Armored Cable). Ensamble fabricado de conductores aislados en un envolvente metálico flexible. Véase la sección 320.100.

II. Instalación

320.10 Usos permitidos. Se permitirá el uso de los cables tipo AC en los siguientes casos:

(1) Para alimentadores y circuitos ramales tanto en obras expuestas como ocultas.

(2) En bandejas portacables.

(3) En lugares secos.

(4) Recubiertos de acabado de yeso sobre ladrillo u otra mampostería, excepto en lugares húmedos o mojados.

(5) Cuando se instalan o se tienden en los espacios vacíos de los bloques de mampostería o las paredes de losa, si dichas paredes no están expuestas o sometidas a mojarse o a humedecerse excesivamente.

Nota: Los “usos permitidos” no constituyen una lista que incluya todos los casos.

320.12 Usos no permitidos. Los cables tipo AC no se deben utilizar en los siguientes casos:

(1) Cuando están sometidos al daño físico.

(2) En lugares húmedos o mojados.

(3) En los espacios vacíos de los bloques de mampostería o las paredes de losa, cuando dichas paredes están expuestas o sometidas a mojarse o humedad excesiva.

(4) Cuando están expuestos a humos o vapores corrosivos. (5) Si están recubiertos de acabado de yeso sobre ladrillo u otra mampostería en lugares húmedos o mojados.

320.15 Trabajo expuesto. Los tendidos expuestos de cable, excepto lo que se especifica en la sección 300.11(A), deben seguir estrechamente la superficie del acabado del edificio o de los largueros. También se permitirá que los tendidos expuestos se instalen en la cara inferior de las vigas cuando están sostenidos en cada viga y colocados de tal manera que no se vean sometidos al

daño físico.

320.17 A través o paralelo a elementos estructurales. El cable tipo AC debe estar protegido de acuerdo con lo que se indica en las secciones 300.4 (A), (C) y (D) cuando se instala a través de o paralelo a elementos estructurales.

320.23 En áticos accesibles. Los cables tipo AC que se encuentran en áticos o espacios bajo el techo accesibles, se deben instalar según se especifica en las secciones 320.23 (A) y (B).

(A) Cuando se tiende a través de la parte superior de las vigas del piso. Cuando se tiende a través de la parte superior de las vigas del piso, o en una distancia hasta de 2.1 m (7 pies) del piso o de las vigas del piso, a través de la superficie de columnas o travesaños, en áticos o espacios bajo el techo que son accesibles, el cable debe estar protegido con tirantes fuertes de protección que sean por lo menos tan altas como el cable. Cuando este espacio no es accesible por medio de escaleras permanentes o de mano, únicamente se exigirá la protección en una distancia de 1.8 m (6 pies) del borde más próximo del orificio de la escotilla o de la entrada al ático.

(B) Cable instalado paralelo a elementos estructurales. Cuando el cable se instala paralelo a los lados de las columnas, los travesaños o las vigas del piso, no se exigirán tirantes ni largueros de protección, y la instalación también debe cumplir con lo que se indica en la sección 300.4(D).

320.24 Radio de curvatura. La curvatura en el cable tipo AC se debe hacer de manera que no se produzca daño al cable. El radio de la curva del borde interior de cualquier doblez no debe ser inferior a cinco veces el diámetro del cable tipo AC.

320.30 Sujeción y soporte

(A) Generalidades. El cable tipo AC se debe sostener y asegurar con grapas, amarres de cable, abrazaderas, soportes colgantes o accesorios similares, diseñados e instalados de modo que no se cause daño al cable.

(B) Sujeción. A menos que se disponga algo diferente, el cable tipo AC se debe fijar a una distancia no mayor de 300 mm (12 pulgadas) de cada caja de salida, caja de empalme, gabinete o accesorio, y a intervalos que no excedan 1.4 m (4 ½ pies) cuando se instalan sobre o a través de elementos estructurales.

(C) Soporte. A menos que se disponga algo diferente, el cable tipo AC debe estar sostenido a intervalos que no superen 1.4 m (4 ½ pies).
Los tendidos horizontales de cable tipo AC instalados en elementos estructurales de madera o metal, o medios de soporte similares se deben considerar que está sostenido, cuando dichos soportes están a intervalos que no exceden 1.4 m (4 ½ pies).

(D) Cables no sostenidos. Se permitirá que el cable tipo AC no esté sostenido cuando cumpla con cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Si es tendido o alambrado entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte no es viable.

(2) No tiene más de 600 mm (2 pies) de longitud en los terminales en donde la flexibilidad es necesaria.

(3) No tiene más de 1.8 m (6 pies) de longitud desde el último punto de soporte del cable hasta el punto de conexión a una luminaria u otro equipo eléctrico, y el cable y el punto de conexión están dentro de un cielo raso accesible. Para los propósitos de esta sección, se permitirán accesorios del cable tipo AC como medios de soporte del cable.

320.40 Cajas y herrajes. En todos los puntos en donde termina la armadura del cable AC, se debe suministrar un accesorio para proteger los cables contra la abrasión, a menos que el diseño de las cajas de salida o de los accesorios sea tal que brinden una protección equivalente y, además, se debe proporcionar un adaptadors aislante o su protección equivalente entre los conductores y la armadura. El conector o la abrazadera mediante los cuales el cable tipo AC se fija a las cajas o los gabinetes deben tener un diseño tal que permita que el adaptadors aislante o su equivalente sean visibles para su inspección. Cuando se cambie del cable tipo AC a otro cable o método de alambrado en canalización, se debe instalar una caja, accesorio o cuerpo de conduit en los puntos de empalme, según se exige en la sección 300.15.

320.80 Ampacidad. La ampacidad se debe determinar según la sección 310.15.

(A) Aislamiento térmico. El cable armado instalado en aislamiento térmico debe tener conductores con temperatura nominal de 90° C (194° F). La ampacidad del cable instalado en estas aplicaciones debe ser aquella de los conductores de 60° C (140° F). Se permitirá usar el valor nominal de 90° C (194° F) con el propósito de aplicar la corrección de la ampacidad, siempre y cuando la ampacidad final corregida no exceda la de los conductores de 60° C (140° F) nominales.

(B) Bandeja portacables. La ampacidad de un cable tipo AC instalado en una bandeja portacables se debe determinar de acuerdo con la sección 392.11.

III. Especificaciones de construcción

320.100 Construcción. El cable tipo AC debe tener una armadura de cinta metálica flexible y debe tener una banda interna de unión, de cobre o aluminio en contacto íntimo con una armadura en toda su longitud.

320.104 Conductores. Los conductores aislados deben ser del tipo indicado en la Tabla 310.13 (A) o de aquellos identificados para uso en este cable. Además, los conductores deben tener una cubierta exterior de fibra resistente a la humedad y retardante de la llama. Para el tipo ACT, se deberá exigir una cubierta de fibra resistente a la humedad únicamente sobre los conductores individuales.

320.108 Conductor de puesta a tierra del equipo. El cable tipo AC debe suministrar una trayectoria adecuada para las corriente de falla, tal como se exige en la sección 250.4 (A) (5) o (B) (4) para funcionar como un conductor de puesta a tierra del equipo.

320.120 Marcado. El cable se debe marcar de acuerdo con lo que se especifica en la sección 310.11, excepto que el tipo AC debe tener una identificación fácil del fabricante mediante marcas externas distintivas sobre la cubierta del cable en la totalidad de su longitud.

ARTÍCULO 322
Ensambles de cable plano: tipo FC (Flat Cable)

I. Generalidades

322.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para los ensambles de cable plano tipo FC.

322.2 Definición.
Ensambles de cable plano, tipo FC (Flat Cable Assembly). Ensambles de conductores paralelos formados integralmente con un tejido de material aislante, diseñados específicamente para su instalación en campo en canalizaciones metálicas superficiales.

II. Instalación

322.10 Usos permitidos. Los ensambles de cable plano sólo se permitirán en los siguientes casos:

(1) Como circuitos ramales para alimentar dispositivos derivados adecuados para iluminación, electrodomésticos pequeños o cargas de potencias pequeñas. El valor nominal del circuito ramal no debe exceder los 30 amperios.

(2) Cuando se instalan para trabajo expuesto.

(3) En lugares en donde no estarán sometidos al daño físico. Cuando un ensamble de cable plano se instala a menos de 2.5 m (8 pies) por encima del piso o plataforma fija de trabajo, se debe proteger mediante una cubierta identificada para tal uso.

(4) En canalizaciones metálicas superficiales identificadas para dicho uso. La parte del canal de los sistemas de canalización metálica superficial se debe instalar como sistema completo antes de tender el ensamble de cable plano dentro de la canalización.

322.12 Usos no permitidos. Los ensambles de cable plano no se deben utilizar en los siguientes casos:

(1) Cuando están sometidos a vapores corrosivos, a menos que sean adecuados para la aplicación.

(2) En fosos de ascensores, en elevadores o escaleras móviles.

(3) En cualquier lugar (clasificado como) peligroso. (4) En exteriores o en lugares mojados o húmedos, a menos que estén identificados para ese uso.

322.30 Sujeción y soporte. Los ensambles de cable plano deben estar sostenidos por medio de sus características especiales de diseño, dentro de las canalizaciones metálicas superficiales.

Las canalizaciones metálicas superficiales deben estar sostenidas tal como se exige para la canalización específica que se va a instalar.

322.40 Cajas y accesorios.

(A) Extremos muertos. Cada extremo muerto de un ensamble de cable plano debe terminar en un dispositivo de casquillo terminal identificado para ese uso.
El accesorio del extremo muerto para el cierre de la canalización metálica superficial debe estar identificado para dicho uso.

(B) Soporte colgante para luminarias. Los soportes colgantes para luminarias instaladas con los ensambles de cable plano deben estar identificados para este uso.

(C) Accesorios. Los accesorios que se van a instalar con los ensambles de cable plano deben estar diseñados e instalados para evitar daño físico a los ensambles de cable.

(D) Extensiones. Todas las extensiones de los ensambles de cable plano se deben hacer con métodos de alambrado aprobados, dentro de cajas de empalme, instalados en cualquiera de los extremos de los tendidos de los ensambles de cable plano.

322.56 Empalmes y derivaciones.

(A) Empalmes. Los empalmes se deben hacer en cajas de empalme listado.

(B) Derivaciones. Las derivaciones se deben hacer entre cualquier conductor de fase y el conductor puesto a tierra o cualquier otro conductor de fase por medio de dispositivos y accesorios identificados para dicho uso. Los dispositivos de derivación deben tener un valor nominal no inferior a 15 amperios nominales o más de 300 voltios a tierra, y deben estar codificados por color de acuerdo con los requisitos de la sección 322.120 (C).

III. Construcción

322.100 Construcción. Los ensambles de cable plano deben constar de dos, tres, cuatro o cinco conductores.

322.104 Conductores. Los ensambles de cable plano deben tener conductores del 10 AWG de alambre de cobre trenzado especial.

322.112 Aislamiento. La totalidad del ensamble de cable plano debe estar conformado de manera que proporcione una cobertura aislante adecuada a todos los conductores y utilizar uno de los materiales reconocidos en la Tabla 310.13 (A) para alambrado general de circuitos ramales.

322.120 Marcado.

(A) Temperatura nominal. Además de las disposiciones de la sección 310.11, el cable tipo FC debe tener la temperatura nominal marcada de manera permanente sobre la superficie, a intervalos que no superen los 600 mm (24 pulgadas).

(B) Identificación del conductor puesto a tierra. El conductor puesto a tierra debe estar identificado en toda su longitud por medio de una marca blanca o gris distintiva y durable.

> **Nota**: El color gris puede haber sido utilizado en el pasado para un conductor no puesto a tierra. Se recomienda tener precaución al trabajar en sistemas existentes.

(C) Identificación de los bloques de terminales. Los bloques de terminales identificados para tal uso deben tener marcas distintivas y durables por código de color o de palabras. La sección del conductor puesto a tierra debe tener una marca blanca u otra designación adecuada. La siguiente

sección adyacente en el bloque de terminales debe tener una marca negra u otra designación adecuada. La sección que sigue debe tener una marca roja u otra designación adecuada. La sección final o exterior, opuesta a la sección del conductor puesto a tierra del bloque de terminales, debe tener una marca azul u otra designación adecuada.

Artículo 324
Cables de conductor plano tipo FCC *(Flat Conductor Cable)*

I. Generalidades

324.1 Alcance. Este artículo trata de los sistemas de alambrado instalados en campo para circuitos ramales que incorporan cables tipo FCC y los accesorios asociados, tal como se define en este artículo. El sistema de alambrado está diseñado para la instalación por debajo de cuadros de alfombras.

324.2 Definiciones.

Blindaje inferior. Capa protectora que se instala entre el piso y el cable de conductor plano tipo FCC, para proteger el cable contra el daño físico, y puede o no estar incorporado como parte integral del cable.

Blindaje superior. Blindaje metálico puesto a tierra que cubre los componentes del sistema FCC que se encuentran debajo de la alfombra con el propósito de brindar protección contra el daño físico.

Cable tipo FCC. Tres o más conductores planos de cobre colocados borde con borde, y separados y encerrados dentro de un ensamble aislante.

Conector del cable. Conector diseñado para unir cables tipo FCC sin utilizar cajas de empalme.

Conexiones del blindaje metálico. Medios de conexión diseñados para conectar eléctrica y mecánicamente un blindaje metálico a otro blindaje metálico, al alojamiento de un receptáculo, a un dispositivo independiente, o a un ensamble de transición.

Ensamble de transición. Ensamble para facilitar la conexión del sistema FCC a otros sistemas de alambrado, que incorpora (1) un medio de interconexión eléctrica y (2) una cubierta o caja adecuada para proporcionar seguridad eléctrica y protección contra el daño físico.

Sistema FCC. Sistema de alambrado completo para circuitos ramales, que está diseñado para su instalación debajo de cuadros de alfombras. El sistema FCC incluye el cable tipo FCC y el blindaje asociado, conectores, terminales, adaptadores, cajas y receptáculos.

Terminal aislante. Aislador diseñado para aislar eléctricamente el extremo de un cable tipo FCC.

324.6 Requisitos de listado. El cable tipo FCC y los accesorios asociados deben estar listados.

II. Instalación

324.10 Usos permitidos.

(A) Circuitos ramales. Se permitirá la utilización de sistemas FCC tanto para circuitos de uso general como para circuitos ramales para electrodomésticos, y para circuitos ramales individuales.

(B) Valores nominales del circuito ramal.

(1) Tensión. La tensión entre los conductores no puestos a tierra no debe superar los 300 voltios. La tensión entre los conductores no puestos a tierra y el conductor

puesto a tierra no debe superar los 150 voltios.

(2) Corriente. Los circuitos de uso general y los circuitos ramales para electrodomésticos deben tener valor nominal que no supere los 20 amperios. Los circuitos ramales individuales deben tener un valor nominal que no supere los 30 amperios.

(C) Pisos. Se permitirá el uso de sistemas FCC en pisos con superficies duras, sólidas, lisas y continuas elaboradas en concreto, cerámica o sistemas compuestos para pisos, madera y materiales similares.

(D) Paredes. Se permitirá el uso de sistemas FCC en las superficies de la pared en canalizaciones metálicas superficiales.

(E) Lugares húmedos. Se permitirá el uso de sistemas FCC en lugares húmedos.

(F) Pisos con calefacción. Los materiales utilizados para pisos con calefacción, calentados a más de 30° C (86° F) deben estar identificados como adecuados para su uso a estas temperaturas.

(G) Altura del sistema. Cualquier parte de un sistema FCC con una altura sobre el nivel del piso que supere los 2.3 mm (0.090 pulgadas) debe estar ahusada o biselada en los bordes hasta el nivel del piso.

324.12 Usos no permitidos. Los sistemas FCC no se deben utilizar en los siguientes lugares:

(1) En exteriores o en lugares mojados.

(2) Cuando están sometidos a vapores corrosivos.

(3) En cualquier lugar (clasificado como) peligroso.

(4) En edificios residenciales, escolares y hospitalarias.

324.18 Cruzamientos. No se permitirán cruzamientos de más de dos tendidos de cable tipo FCC en ningún punto. Se permitirán los cruzamientos de un cable tipo FCC por encima o por debajo de un cable plano de señalización o de telecomunicaciones. En cada caso, una capa puesta a tierra de blindaje metálico debe separar los dos cables, y no se permitirán cruzamientos de más de dos cables planos en ningún punto.

324.30 Sujeción y soporte. Todos los componentes del sistema FCC deben estar anclados firmemente al piso o a la pared, utilizando un adhesivo o un sistema de anclaje mecánico identificado para este uso. Los pisos se deben preparar con el fin de garantizar la adherencia del sistema FCC al piso hasta que se coloquen los cuadros de alfombra.

324.40 Cajas y accesorios.

(A) Conexiones del cable y terminales aislantes. Todas las conexiones del cable tipo FCC deben utilizar conectores identificados para ese propósito, instalados de tal forma que se proporcione continuidad eléctrica, aislamiento y sellado contra la humedad y los derrames de líquidos. Todos los extremos de cable desnudo deben estar aislados y sellados contra la humedad y los derrames de líquidos, por medio de terminales aislantes listados.

(B) Polarización de las conexiones. Todos los receptáculos y las conexiones se deben construir e instalar de forma que se mantenga la polarización adecuada del sistema.

(C) Blindajes.

(1) Blindaje superior. Se debe instalar un blindaje metálico en la parte superior, por encima de todos los cables tipo FCC, conectores y terminales aislantes montados en el piso. El blindaje superior debe cubrir por completo todos los tendidos, esquinas, conectores y extremos del cable.

(2) Blindaje inferior. Se debe instalar un blindaje inferior por debajo de todos los cables tipo FCC, conectores y terminales aislantes.

(D) Conexión a otros sistemas. La alimentación de potencia, la conexión de puesta a tierra y la conexión del sistema de blindaje entre el sistema FCC y otros sistemas de alambrado se debe hacer en un ensamble de transición identificado para tal uso.

(E) Conectores del blindaje metálico. El blindaje metálico debe estar conectado entre sí y a las cajas, los alojamientos de los receptáculos, los dispositivos autocontenidos y los ensambles de transición por medio de conectores de blindaje metálico.

324.41 Cubiertas del piso. El cable tipo FCC, los conectores del cable y los terminales aislantes deben estar cubiertos con cuadrados de alfombra con tamaño máximo de 914 mm (36 pulgadas) cuadrados. Los cuadrados de alfombra que están adheridos al piso se deben fijar con adhesivos de tipo de desprendimiento.

324.42 Dispositivos.

(A) Receptáculos. Todos los receptáculos, sus alojamientos y los dispositivos autocontenidos utilizados con el sistema FCC deben estar identificados para este uso y se deben conectar al cable tipo FCC y a los blindajes metálicos. La conexión de cualquier conductor de puesta a tierra del cable tipo FCC se debe hacer al sistema de blindaje en cada receptáculo.

(B) Receptáculos y alojamientos. Se permitirá el uso con el sistema FCC de los alojamientos de los receptáculos y de los dispositivos autocontenidos, diseñados para montaje en el piso o para montaje dentro de la pared o sobre ella. Los alojamientos de los receptáculos y los dispositivos autocontenidos deben tener medios para facilitar la entrada y la terminación del cable FCC y para conectar eléctricamente el alojamiento o el dispositivo con el blindaje metálico. Los receptáculos y los dispositivos autocontenidos deben cumplir con lo que se estipula en la sección 406.3. Se permitirán las salidas de fuerza y de comunicaciones instaladas juntas en un alojamiento común, según la sección 800.133 (A) (1) (c), Excepción No. 2.

324.56 Empalmes y derivaciones.

(A) Modificaciones en los sistemas FCC. Se permitirán las modificaciones en los sistemas FCC. Se deben utilizar conectores de cable nuevos en los puntos de conexión nuevos para hacer las modificaciones. Se permitirá dejar tendidos de cables no utilizados y los conectores de cable asociados en el lugar y energizados. Todos los extremos del cable deben estar cubiertos con terminales aislantes.

(B) Ensambles de transición. Todos los ensambles de transición deben estar identificados para su

uso. Cada ensamble debe tener medios que faciliten la entrada del cable tipo FCC dentro del ensamble, la conexión del cable tipo FCC a los conductores puestos a tierra, y la conexión eléctrica del ensamble a los blindajes metálicos del cable y a los conductores de puesta a tierra del equipo.

324.60 Puesta a tierra. Todos los blindajes metálicos, cajas, alojamientos de receptáculos y dispositivos autocontenidos deben ser eléctricamente continuos hasta el conductor de puesta a tierra del equipo del circuito ramal alimentado. Todas estas conexiones eléctricas se deben hacer con conectores identificados para este propósito. La resistividad eléctrica de este sistema de blindaje no debe ser mayor a la de un conductor del cable tipo FCC usado en la instalación.

III. Construcción

324.100 Construcción.

(A) Cable tipo FCC. El cable tipo FCC debe estar listado para su uso con el sistema FCC y debe constar de tres, cuatro o cinco conductores planos de cobre, uno de los cuales debe ser un conductor de puesta a tierra del equipo.

(B) Blindaje.

(1) Materiales y dimensiones. Todos los blindajes superiores e inferiores deben estar diseñados y ser de materiales identificados para tal propósito. Los blindajes superiores deben ser metálicos. Se permitirán materiales tanto metálicos como no metálicos para los blindajes inferiores.

(2) Resistividad. Los blindajes metálicos deben tener áreas de sección transversal que aseguren una resistividad eléctrica no superior a la de un conductor del cable tipo FCC usado en la instalación.

324.101 Resistencia a la corrosión. Los componentes metálicos del sistema deben ser resistentes a la corrosión, estar recubiertos con materiales resistentes a la corrosión o aislados del contacto con sustancias corrosivas.

324.112 Aislamiento. El material aislante del cable debe ser resistente a la humedad y retardante de la llama. Todos los materiales aislantes en los sistemas FCC deben estar identificados para tal uso.

324.120 Marcado.

(A) Marcado del cable. El cable tipo FCC debe estar marcado claramente y de forma durable en ambos lados, a intervalos que no superen los 610 mm (24 pulgadas), con la información exigida en la sección 310.11(A) y con la siguiente información adicional:

(1) Material de los conductores.

(2) Temperatura nominal máxima.

(3) Ampacidad.

(B) Identificación del conductor. Los conductores deben estar marcados en forma clara y durable en ambos lados y en toda su longitud, tal como se especifica en la sección 310.12.

ARTÍCULO 326
Cables con separador integrado de gas, tipo IGS *(Integrated Gas Spacer)*

I. Generalidades

326.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para cables con separador integrado de gas tipo IGS.

326.2 Definición.

Cable con separador integrado de gas tipo IGS (Integrated Gas Spacer Cable). Ensamble de fábrica de uno o más conductores, cada uno aislado individualmente y encerrado en un conduit flexible no metálico de ajuste con holgura, como un cable con separador integrado de gas con valor nominal de 0 hasta 600 voltios.

II. Instalación

326.10 Usos permitidos. Se permitirá el cable tipo IGS para uso subterráneo, incluido el enterramiento directo en la tierra, de la siguiente manera:

(1) Conductores de entrada de la acometida.

(2) Conductores del alimentador o del circuito ramal.

326.12 Usos no permitidos. El cable tipo IGS no se debe usar como alambrado interior ni estar expuesto en contacto con edificios.

326.24 Radio de curvatura. Cuando el conduit no metálico enrollable y los cables se doblen para su instalación, o se tengan que doblar o flexionar durante el transporte o instalación, el radio de curvatura medido hasta el interior de la curva no debe ser inferior al especificado en la Tabla 326.24.

Tabla 326.24. Radio mínimo de curvatura

Calibre del conduit		Radio mínimo	
Designador métrico	Tamaño comercial	mm	pulgada
53	2	600	24
78	3	900	35
103	4	1150	45

326.26 Curvaturas. Un tramo de cable de tipo IGS entre dos cajas de paso o terminaciones, no debe tener más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total), incluidas las curvas situadas inmediatamente a la entrada o salida de la caja de paso o terminación.

326.40 Accesorios. Las terminales y empalmes de los cables de tipo IGS se deben identificar como del tipo adecuado para mantener la presión del gas dentro del conduit. Cada tramo de cable y conduit debe tener una válvula y una tapa para comprobar la presión del gas o inyectar gas dentro del conduit.

326.80 Ampacidad. La ampacidad del cable tipo IGS no debe superar los valores que se

presentan en la Tabla 326.80.

Tabla 326.80. Ampacidad de los cables tipo IGS

Calibre (kcmil)	Amperios	Calibre (kcmil)	Amperios
250	119	2500	376
500	168	3000	412
750	206	3250	429
1000	238	3500	445
1250	266	3750	461
1500	292	4000	476
1750	315	4250	491
2000	336	4500	505
2250	357	4750	519

III. Especificaciones de construcción

326.104 Conductores. Los conductores deben ser barras sólidas de aluminio en paralelo, compuestos de 1 a 19 barras de 12.7 mm (½ pulgada) de diámetro. El calibre mínimo de los conductores debe ser de 250 kcmil y el máximo 4750 kcmil.

326.112 Aislamiento. El aislamiento debe ser cinta de papel kraft seco y gas de hexafluoruro de azufre (SF_6) a presión, ambos aprobados para uso eléctrico. La presión nominal del gas debe ser de 138 kPa manométrica (20 libras por pulgada cuadrada manométricas). El espesor del separador de papel debe ser el que se especifica en la Tabla 326.112.

Tabla 326.112. Espesor del papel separador

Calibre (kcmil)	Espesor	
	mm	pulgada
250 - 1000	1.02	0.04
1250 - 4750	1.52	0.06

326.116 Conduit. El conduit debe ser de polietileno de media densidad, identificado como adecuado para usarse en una tubería para gas natural de diámetro nominal con designador métrico de 53,78 o 103 (tamaño comercial 2, 3 o 4). Las dimensiones para el porcentaje de ocupación del conduit se presentan en la Tabla 326.116.

Tabla 326.116. Dimensiones del conduit

Tamaño del conduit		Diámetro exterior real		Diámetro interior real	
Designador métrico	Tamaño comercial	mm	pulgada	mm	pulgada
53	2	60	2.375	49.46	1.947
78	3	89	3.5	73.3	2.886
103	4	114	4.5	94.23	3.71

El tamaño del conduit permitido para cada calibre del conductor se debe calcular para un porcentaje

de ocupación que no exceda los valores de la Tabal 1 del Capítulo 9.

326.120 Marcado. El cable se debe marcar de acuerdo con las secciones 310.11 (A), 310.11 (B) (1), y 310.11 (D).

ARTÍCULO 328
Cables de media tensión tipo MV *(Medium Voltage)*

I. Generalidades

328.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción del cable de media tensión tipo MV.

328.2 Definición.

Cable de media tensión tipo MV (Medium Voltage Cable). Cable individual o multiconductor, con aislamiento dieléctrico sólido, para tensiones nominales de 2001 voltios o más.

II. Instalación

328.10 Usos permitidos. Se permitirá usar los cables de tipo MV en instalaciones hasta de 35000 voltios en los siguientes lugares:

(1) En lugares secos o mojados.

(2) En canalizaciones.

(3) En bandejas portacables, cuando están identificadas para tal uso, como lo especifican las secciones 392.3, 392.6 (F), 392.8 y 392.12.

Excepción. Se permitirá que el cable tipo MV que tiene forro metálico o armadura exterior, que también cumple con los requisitos para el cable tipo MC y está identificado como "MV o MC" se instale en bandejas portacables, de acuerdo con la sección 392.3 (B) (2).

(4) Enterrado directamente, de acuerdo con la Sección 300.50.

(5) En alambrados sostenidos por cable mensajero, según la Parte II del Artículo 396.

(6) En tramos expuestos, de acuerdo con la sección 300.37.

Excepción. Se permitirá que el cable tipo MV que tiene forro metálico o blindaje exterior, que también cumple con los requisitos para el cable tipo MC y está identificado como "MV o MC" se instale como tramos expuestos de cable con blindaje metálico, de acuerdo con la sección 300.37.

Nota: El listado de "usos permitidos" no incluye todos los usos.

328.12 Usos no permitidos. No se permitirá usar los cables de tipo MV cuando estén expuestos a la luz directa del sol, a menos que estén identificados para tal uso.

328.80 Ampacidad. La ampacidad de los cables de tipo MV se debe determinar según lo establecido

en la Sección 310.60. La ampacidad de los cables tipo MV instalados en bandejas portacables se debe determinar según lo establecido en la sección 392.13.

III. Especificaciones de construcción

328.100 Construcción. Los cables de tipo MV deben tener conductores de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre y deben cumplir lo estipulado en la Tabla 310.13 (C), la Tabla 310.13 (D) o en la 310.13 (E).

328.120 Marcado. Los cables de media tensión deben estar marcados como exige la Sección 310.11.

ARTÍCULO 330
Cables con blindaje metálico tipo MC *(Metal-clad)*

I. Generalidades

330.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción del cable con blindaje metálico tipo MC.

330.2 Definición.

Cable con blindaje metálico tipo MC *(Metal Clad Cable)*. Ensamble hecho en fábrica de uno o más conductores aislados, con o sin elementos de fibra óptica, encerrados en una armadura de cinta metálica entrelazada o en un forro metálico liso o corrugado.

II. Instalación

330.10 Usos permitidos.

(A) Usos generales. Se permitirá utilizar cables de tipo MC en los siguientes casos:

(1) Para acometidas, alimentadores y circuitos ramales.

(2) Para circuitos de fuerza, alumbrado, control y señales.

(3) En interiores y exteriores.

(4) Expuestos u ocultos.

(5) Enterrados directamente, cuando estén identificados para ese uso.

(6) En bandejas portacables, cuando estén identificados para ese uso.

(7) En cualquier canalización.

(8) Como cable aéreo suspendido de un cable mensajero.

(9) En lugares (clasificados como) peligrosos, según se permita.

(10) En lugares secos y recubiertos de yeso, ladrillo u otro material de mampostería, excepto en lugares húmedos o mojados.

(11) En lugares mojados cuando se cumpla cualquiera de las siguientes condiciones:

a. Que la cubierta metálica sea impermeable a la humedad.

b. Que debajo de la cubierta metálica tenga un forro de plomo o una chaqueta impermeable a la humedad.

c. Que los conductores aislados bajo la cubierta metálica estén listados para uso en lugares mojados y que sobre el forro metálico lleve una chaqueta resistente a la corrosión.

(12) Cuando se utilizan cables de un solo conductor, todos los conductores de fase y, cuando se usa, el conductor del neutro se deben agrupar con el fin de minimizar la tensión inducida sobre el forro.

(B) Usos específicos. Se permitirá la instalación del cable tipo MC según lo estipulado en las partes II y III del Artículo 725 y del 770.133, según se apliquen, y de acuerdo con las secciones 330.10 (B) (1) hasta (B) (4).

(1) Bandejas portacables. El cable tipo MC instalado en bandejas portacables debe cumplir con las secciones 392.3, 392.4, 392.6 y 392.8 hasta 392.13.

(2) Enterrado directamente. El cable enterrado directamente debe cumplir con las secciones 300.5 o 300.50, según corresponda.

(3) Instalado como cable de entrada de la acometida. Se permitirá instalar el cable tipo MC como cable de entrada de la acometida de acuerdo con la sección 230.43.

(4) Instalado en el exterior de edificios o estructuras, o como cable aéreo. El cable tipo MC instalado en el exterior de edificios o estructuras o como cable aéreo debe cumplir con lo especificado en las secciones 225.10, 396.10 y 396.12.

Nota: El listado de "usos permitidos" no incluye todos los usos.

330.12 Usos no permitidos. Los cables de tipo MC no se deben usar bajo ninguna de las siguientes condiciones:

(1) Cuando estén sometidos a daño físico.

(2) Cuando estén expuestos a alguna de las condiciones corrosivas destructivas que se indican en (a) o (b), a menos que el forro metálico o la armadura sean resistentes a las condiciones o estén protegidos con material resistente a las condiciones:

a. Enterrados directamente en la tierra o empotrados de concreto, a menos que estén identificados para enterramiento directo.

b. Cuando estén expuestos a relleno de escoria, cloruros fuertes, álcalis cáusticos o vapores de cloro o de ácido hidroclorhídrico.

330.17 A través o paralelo a elementos estructurales. El cable tipo MC debe estar protegido según las secciones 300.4 (A), (C) y (D) cuando se instala a través o paralelo a elementos estructurales.

330.23 En áticos accesibles. La instalación de cables de tipo MC en áticos o espacios bajo el techo accesibles, debe cumplir lo establecido en la sección 320.23.

330.24 Radio de curvatura. Todas las curvas en el cable tipo MC deben hacerse de manera que el cable no sufra daños. El radio de curvatura del borde interior de cualquier curva no debe ser inferior a lo indicado en las secciones 330.24 (A) hasta (C).
(A) Forro liso.

(1) Diez veces el diámetro exterior del forro metálico, cuando el cable no tenga más de 19 mm (¾ de pulgada) de diámetro exterior.

(2) Doce veces el diámetro exterior del forro metálico cuando el cable tenga más de 19 mm (¾ de pulgada) de diámetro exterior pero máximo 38 mm (1 ½ pulgadas).

(3) Quince veces el diámetro exterior del forro metálico, cuando el cable tenga más de 38 mm (1 ½ pulgadas) de diámetro exterior.

(B) Armadura de tipo entrelazado o forro corrugado. Siete veces el diámetro exterior del forro metálico.

(C) Conductores blindados. Doce veces el diámetro exterior de uno de los conductores individuales, o siete veces el diámetro exterior del cable multiconductor, de estos valores el mayor.

330.30 Sujeción y soporte

(A) Generalidades. El cable tipo MC se debe sostener y sujetar con grapas, amarres de cable, abrazaderas, soportes colgantes o accesorios similares, u otros medios aprobados, diseñados e instalados de modo que no se cause daño al cable.

(B) Sujeción. A menos que se disponga algo diferente, los cables se deben fijar a intervalos que no excedan 1.8 m (6 pies). Los cables que tengan cuatro o menos conductores con calibre no superior al 10 AWG se deben sujetar a una distancia no mayor de 300 mm (12 pulgadas) de cada caja, gabinete, accesorio u otra terminación del cable.

C) Soporte. A menos que se disponga algo diferente, los cables deben estar sostenidos en intervalos que no superen 1.8 m (6 pies).
Los tendidos horizontales de cable tipo MC instalados en elementos estructurales de madera o metal, o medios de soporte similares se deben considerar como sostenidos y asegurados cuando dicho soporte está a intervalos que no exceden 1.8 m (6 pies).

(D) Cables no sostenidos. Se permitirá que el cable tipo MC no esté sostenido cuando cumpla con una de las siguientes condiciones:

(1) Si el cable está tendido entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte no es viable.

(2) No tiene más de 1.8 m (6 pies) de longitud desde el último punto de soporte del cable hasta el punto de conexión a una luminaria u otro equipo eléctrico, y el cable y el punto de conexión están dentro de un cielo raso accesible. Para los propósitos de esta sección, se permitirán accesorios del cable tipo MC como medios de soporte del cable.

330.31 Conductores individuales. Cuando se utilizan cables de un solo conductor con armadura o forro no ferroso, la instalación debe cumplir con lo establecido en la sección 300.20.

330.40 Cajas y accesorios. Los accesorios usados para conectar los cables de tipo MC a cajas, gabinetes u otros equipos deben estar listados e identificados para ese uso.
330.80 Ampacidad. La ampacidad de los cables de tipo MC se debe determinar según la sección 310.15 o la 310.60 para conductores del 14 AWG y más grandes, y según la Tabla 402.5 para

conductores del 18 AWG y el 16 AWG. La instalación no debe exceder la temperatura nominal de las terminales y del equipo.

(A) Cable tipo MC instalado en bandejas portacables. La ampacidad del cable tipo MC instalado en bandejas portacables se debe determinar según las secciones 392.11 y 392.13.

(B) Conductores tipo MC individuales agrupados. Cuando se agrupan conductores tipo MC individuales en una configuración triangular o cuadrada y se instalan en un cable mensajero o expuestos, conservando un espacio de aire libre de no menos de 2.15 veces el diámetro del conductor más grande dentro de la configuración (2.15 x diámetro exterior), y las configuraciones de conductores o cables adyacentes, la ampacidad de los conductores no debe exceder la ampacidad permisible en las siguientes tablas:

(1) Tabla 310.20 para conductores con valor nominal de 0 hasta 2000 voltios.

(2) Tabla 310.67 y Tabla 310.68 para conductores con valor nominal de más de 2000 voltios.

III. Especificaciones de construcción

330.104 Conductores. Los conductores deben ser de cobre, aluminio, aluminio recubierto de cobre, níquel o cobre recubierto de níquel, sólidos o trenzados. El calibre mínimo de los conductores debe ser del 18 AWG si es de cobre, níquel o cobre recubierto de níquel y del 12 AWG si es de aluminio o de aluminio recubierto de cobre.

330.108 Conductor de puesta a tierra del equipo. Cuando el cable tipo MC se usa para proporcionar un conductor de puesta a tierra del equipo, debe cumplir con lo establecido en las secciones 250.118(10) y 250.122.

330.112 Aislamiento. Los conductores aislados deben cumplir con lo establecido en las secciones 330.112 (A) o (B).

(A) 600 voltios. Los conductores aislados de calibres 18 AWG y 16 AWG deben ser de alguno de los tipos presentados en la Tabla 402.3, con temperatura máxima de funcionamiento no inferior a 90° C (194° F) y según lo que permite la sección 725.49. Los conductores de calibre superior al 16 AWG deben ser de alguno de los tipos presentados en la Tabla 310.13(A), o de un tipo identificado para su uso en cables de tipo MC.

(B) De más de 600 voltios. Los conductores aislados deben ser de uno de los tipos presentados en las Tablas 310.13 (C) hasta 310.13 (E).

330.116 Forro. El recubrimiento metálico debe ser de uno de los siguientes tipos: forro metálico liso, forro metálico corrugado o armadura de cinta metálica entrelazada. El forro metálico debe ser continuo y de ajuste estrecho. Se debe usar un forro o armadura no magnética en un conductor individual tipo MC. Se permitirá el uso de protección suplementaria en forma de una cubierta externa de material resistente a la corrosión, que debe ser obligatoria cuando dicha protección sea necesaria. El forro no se debe usar como un conductor portador de corriente.

Nota: Véase la sección 300.6 con relación a la protección contra la corrosión.

ARTÍCULO 332

Cable con aislamiento mineral y forro metálico tipo MI *(Mineral Insulated)*

I. Generalidades

332.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción del cable con aislamiento mineral y forro metálico tipo MI.

332.2 Definición.

Cable con aislamiento mineral y forro metálico de tipo MI *(Mineral-Insulated, Metal-Sheathed Cable).* Cable ensamblado en fábrica, de uno o más conductores aislados con un aislante mineral refractario altamente comprimido y encerrado en un forro continuo de cobre o de aleación de acero hermético a los líquidos y a los gases.

II. Instalación

332.10 Usos permitidos. Se permitirá usar los cables de tipo MI tal como sigue:

(1) Para acometidas, circuitos alimentadores y circuitos ramales.

(2) Para circuitos de fuerza, alumbrado, control y señalización.

(3) En lugares secos, mojados o continuamente húmedos.

(4) En interiores o exteriores.

(5) Ocultos o expuestos.

(6) Recubiertos de yeso, concreto, tierra u otro material de mampostería, sobre el suelo o debajo él.

(7) En cualquier lugar (clasificado como) peligroso.

(8) Expuestos a aceite y gasolina.

(9) Expuestos a condiciones corrosivas que no deterioren su forro.

(10) En tramos subterráneos, si están protegidos adecuadamente contra daños físicos y condiciones corrosivas.

(11) Dentro o fijos a bandejas portacables.

Nota: El listado de “usos permitidos” no incluye todos los usos.

332.12 Usos no permitidos. Los cables tipo MI no se deben usar bajo las siguientes condiciones ni en los siguientes lugares:

(1) En tramos subterráneos, a menos que estén protegidos contra el daño físico, cuando sea necesario.

(2) Cuando estén expuestos a condiciones corrosivas y destructivas para el forro metálico, a menos que tengan protección adicional.

332.17 A través o paralelo a elementos estructurales. Los cables de tipo MI deben estar protegidos de acuerdo con la sección 300.4, cuando se instalen a través o paralelos a elementos estructurales.

332.24 Radio de curvatura. Las curvas en el cable tipo MI deben hacerse de manera que el cable no sufra daños. El radio de curvatura del borde interior de cualquier curva no debe ser inferior a lo indicado a continuación:

(1) Cinco veces el diámetro exterior del forro metálico, cuando el cable no tenga más de 19 mm (¾ de pulgada) de diámetro exterior.

(2) Diez veces el diámetro exterior del forro metálico cuando el cable tenga más de 19 mm (¾ de pulgada) pero máximo 25 mm (1 pulgada) de diámetro exterior.

332.30 Sujeción y soporte. El cable tipo MI se debe sostener y sujetar con grapas, abrazaderas, soportes colgantes o accesorios similares, diseñados e instalados de modo que no dañen al cable, a intervalos que no superen 1.8 m (6 pies).

(A) Tramos horizontales a través de orificios y muescas. En tramos que no sean verticales, se considerará que los cables instalados de acuerdo con la sección 300.4 están sostenidos y sujetos cuando tales soportes estén a intervalos que no superen 1.8 m (6 pies).

(B) Cables sin soporte. Se permitirá que el cable tipo MI no tenga soporte cuando el cable esté tendido entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte no es viable.

(C) Bandejas portacables. Todos los cables tipo MI instalados en bandejas portacables deben cumplir con lo que se estipula en la sección 392.8 (B).

332.31 Conductores individuales. Cuando se usen cables de un solo conductor, todos los conductores de fase y el conductor del neutro, cuando exista, se deben agrupar para reducir al mínimo la tensión inducida en el forro.

332.40 Cajas y accesorios.

(A) Accesorios. Los accesorios utilizados para conectar los cables de tipo MI a las cajas, gabinetes u otros equipos deben estar identificados para ese uso.

(B) Sellante de los extremos. En donde terminan los cables de tipo MI, se debe aplicar un sellante inmediatamente después de retirar el revestimiento, para prevenir la entrada de humedad en el aislamiento. Los conductores que sobresalgan del forro se deben aislar individualmente con un material aislante.

332.80 Ampacidad. La ampacidad de los cables de tipo MI se debe determinar de acuerdo con la sección 310.15. La temperatura del conductor en el accesorio del extremo sellado no debe exceder el valor nominal de temperatura del accesorio listado de extremo sellado, y la instalación no debe exceder la temperatura nominal de las terminales y del equipo.

(A) Cable tipo MI instalado en bandejas portacables. La ampacidad del cable tipo MI instalado en bandejas portacables se debe determinar de acuerdo con la sección 392.11.

(B) Conductores tipo MI individuales agrupados. Cuando se agrupan conductores tipo MI individuales en una configuración triangular o cuadrada, tal como se exige en la sección 332.31, y se instalan en un cable mensajero o expuestos, conservando un espacio de aire libre de no menos de 2.15 veces el diámetro del conductor más grande dentro de la configuración (2.15 x diámetro exterior), y las configuraciones de conductores o cables adyacentes, la ampacidad de los conductores no debe exceder la ampacidad permisible que se indica en la Tabla 310.17.

III. Especificaciones de construcción

332.104 Conductores. Los conductores de los cables de tipo MI deben ser de cobre, níquel o cobre recubierto de níquel, sólidos, con una resistencia correspondiente a los calibres estándar AWG y kcmil.

332.108 Conductor de puesta a tierra del equipo. Cuando el forro exterior es de cobre, éste debe suministrar una trayectoria adecuada que sirva como conductor de puesta a tierra del equipo. Cuando el forro exterior es de acero, se debe proporcionar un conductor de puesta a tierra independiente.

332.112 Aislamiento. El aislamiento de los conductores de los cables de tipo MI debe ser un mineral refractario altamente comprimido que ofrezca espacio suficiente para todos los conductores.

332.116 Forro. El forro exterior debe ser de construcción continua, de modo que ofrezca protección mecánica y sello contra la humedad.

ARTÍCULO 334
Cable con forro no metálico:
Tipos NM *(Non-metallic)*, NMC *(Non-metallic cable)* y NMS *(Non-metallic Sheathed)*

I. Generalidades

334.1 Alcance. Este Artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción de los cables con forro no metálico.

334.2 Definiciones

Cable con forro no metálico (Nonmetallic-Sheathed Cable). Ensamble montado en fábrica de dos o más conductores aislados y encerrados dentro de una chaqueta exterior no metálica.

Tipo NM. Conductores aislados encerrados dentro de una chaqueta exterior no metálica.

Tipo NMC. Conductores aislados encerrados dentro de una chaqueta exterior no metálica, resistente a la corrosión.

Tipo NMS. Conductores aislados de control o de fuerza con conductores de señalización, datos y comunicaciones dentro de una chaqueta exterior no metálica.

334.6 Listados. Los cables de los tipos NM, NMC y NMS deben ser listados.

II. Instalación

334.10 Usos permitidos. Se permitirá usar los cables de tipo NM, NMC y NMS en:

(1) Viviendas unifamiliares y bifamiliares.

(2) Viviendas multifamiliares permitidas de los tipos de construcción III, IV y V, excepto como se prohíbe en la sección 334.12.

(3) Otras estructuras permitidas de los tipos de construcción III, IV y V, excepto como se prohíbe en la sección 334.12. Los cables deben estar ocultos dentro de paredes, pisos o cielos rasos que proporcionen una barrera térmica de un material con una resistencia nominal al fuego mínima de 15 minutos, tal como se identifica en los listados de conjuntos con resistencia nominal al fuego.

NOTA No. 1: Los tipos de construcción de edificios y las la clasificaciones para las ocupaciones se definen en el documento NFPA 220-2006, Standard on Types of Building Construction, el código de construcción aplicable, o ambos.

NOTA No. 2: Véase el Anexo E para la determinación de los tipos de edificios (NFPA 220. Tabla 3-1).

(4) Bandejas portacables en estructuras permitidas de los tipos III, IV o V, si el cable está identificado para ese uso.

NOTA. Para los límites de temperatura de los conductores, véase

la Sección 310.10.

(A) Tipo NM. Se permitirá usar cables de tipo NM tal como sigue:

(1) Para Instalaciones tanto expuestas como ocultas en lugares normalmente secos, excepto lo prohibido en la sección 334.10 (3).

(2) Ser instalados o tendidos en los espacios de aire en los bloques de mampostería o las paredes de losa.

(B) Tipo NMC. Se permitirá instalar cables de tipo NMC tal como sigue:

(1) Para instalaciones tanto expuestas como ocultas en lugares secos, húmedos, mojados o corrosivos, excepto lo prohibido en la sección 334.10 (3).

(2) En el interior y el exterior de paredes de bloque de mampostería o losa.

(3) Ranuras poco profundas en mampostería, concreto o adobe y protegidas contra clavos o tornillos por una lámina de acero de un espesor mínimo de 1.59 mm ($^{1}/16$ de pulgada) y recubiertas con yeso, adobe o un acabado similar.

(C) Tipo NMS. Se permitirá instalar cables de tipo NMS tal como sigue:

(1) Para instalaciones tanto expuestas como ocultas en lugares normalmente secos, excepto lo prohibido en la sección 334.10 (3).

(2) Ser instalados o tendidos en los espacios de aire en los bloques de mampostería o las paredes de losa.

334.12 Usos no permitidos.

(A) Tipos NM, NMC y NMS. No se deben usar cables de tipo NM, NMC y NMS:

(1) En cualquier vivienda o estructura que no se permitan específicamente en las secciones 334.10 (1), (2) y (3).

Excepción: Se permitirán cables de los tipos NM, NMC y NMS en construcciones de tipos I y II, cuando están instalados dentro de canalizaciones que se permite instalar en las construcciones de tipos I y II.

(2) Expuestos en cielos rasos suspendidos o tendidos en edificios diferentes de las unidades de vivienda unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares.

(3) Como cables de entrada de la acometida.

(4) En garajes comerciales que tengan lugares (clasificados como) peligrosos, tal como se define en la sección 511.3.

(5) En teatros y lugares similares, excepto lo permitido en la sección 518.4 (B).

(6) En estudios cinematográficos.

(7) En cuartos de baterías de acumuladores.

(8) En los fosos de ascensores, elevadores o escaleras móviles.

(9) Incrustados en cemento vaciado, concreto o agregado.

(10) En lugares (clasificados como) peligrosos, excepto lo permitido en las siguientes secciones:

a. 501.10 (B) (3)
b. 502.10 (B) (3)
c. 504.20

(B) Tipos NM y NMS. No se deben instalar cables de tipo NM y NMS bajo las siguientes condiciones ni en los siguientes lugares:

(1) Cuando estén expuestos a humos o vapores corrosivos.

(2) Incrustados en mampostería, concreto, adobe, tierra o yeso.

(3) En ranuras poco profundas en mampostería, concreto o adobe y cubiertos con yeso, adobe u otro acabado similar.

(4) En lugares mojados o húmedos.

334.15 Instalaciones expuestas. En instalaciones expuestas, excepto lo previsto en la sección 300.11 (A), los cables se deben instalar tal como se especifica en las secciones 334.15 (A) hasta (C).

(A) Siguiendo la superficie. El cable debe seguir muy de cerca la superficie del acabado de edificios o los largueros.

(B) Protegido contra daños físicos. Los cables deben estar protegidos contra daños físicos cuando sea necesario mediante conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, tuberías eléctricas metálicas, conduit de PVC Cédula 80, u otros medios aprobados. Cuando pasen a través del piso, los cables deben estar encerrados en conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, tubería eléctrica metálica, conduit de PVC SCH 80 u otros medios aprobados que sobresalgan como mínimo 150 mm (6 pulgadas) por encima del piso.

El cable tipo NMC instalado en ranuras poco profundas o surcos en mampostería, concreto o adobe debe estar protegido de acuerdo con los requisitos de la sección 300.4 (F) y cubierto con yeso, adobe o un acabado similar.

(C) En sótanos sin terminar y espacios subterráneos de poca altura. Cuando el cable esté tendido formando ángulos con vigas en sótanos sin terminar y espacios subterráneos de poca altura, se permitirá asegurar los cables que no tengan menos de dos conductores de calibre 6 AWG o tres conductores del 8 AWG directamente a las caras inferiores de las vigas. Los cables más pequeños se deben instalar a través de agujeros taladrados en las vigas o sobre largueros. Se permitirá que el cable tipo NM instalado en la pared de un sótano sin terminar se instale en un conduit o tubería listados, o se debe proteger de acuerdo con la sección 300.4. El conduit o la tubería deben tener un

adaptadors aislante adecuado o un adaptador en el punto en que el cable entra en la canalización. El forro del cable tipo NM se debe extender a través del conduit o la tubería y dentro de la caja de salida o de dispositivo en una distancia no inferior a 6 mm (¼ de pulgada). El cable se debe sujetar a una distancia no mayor de 300 mm (12 pulgadas) del punto donde el cable entra en el conduit o la tubería. El conduit metálico, la tubería y las cajas metálicas de salida se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos.

334.17 A través o paralelos a elementos estructurales. Cuando se instalen los cables de tipo NM, NMC o NMS a través o paralelos a elementos estructurales, deben estar protegidos de acuerdo con la sección 300.4. Los ojillos usados tal como se exige en la sección 300.4 (B) (1) deben permanecer en su lugar y estar listados para el propósito de proteger el cable.

334.23 En áticos accesibles. La instalación de cables en áticos o espacios bajo el techo accesibles, también debe cumplir lo establecido en la sección 320.23.

334.24 Radio de curvatura. Todas las curvas de los cables de tipos NM, NMC y NMS se deben hacer de modo que el cable no resulte dañado. El radio de curvatura del borde interior de cada curva, durante o después de la instalación, no debe ser inferior a cinco veces el diámetro del cable.

334.30 Sujeción y soporte. Los cables con forro no metálico se deben sostener y asegurar con grapas, amarres de cable, abrazaderas, soportes colgantes o accesorios similares diseñados e instalados de modo que no dañen el cable, a intervalos no superiores a 1.4 m (4 ½ pies) y dentro de una distancia de 300 mm (12 pulgadas) de cualquier caja de salida, caja de empalme, gabinete o accesorios. Los cables planos no se deben engrapar sobre el borde.
No se exigirá que las secciones de cable protegidas contra el daño físico por medio de una canalización se fijen dentro de la canalización.

(A) Tramos horizontales a través de orificios y muescas. En tramos que no sean verticales, se considerará que los cables instalados de acuerdo con la sección 300.4 están sostenidos y asegurados cuando dichos soportes estén a intervalos que no superen 1.4 m (4 ½ pies), y el cable con forro no metálico esté firmemente asegurado en su lugar por medios aprobados dentro de una distancia de 300 mm (12 pulgadas) de cada caja, gabinete, cuerpo de conduit u otra terminación del cable con forro no metálico.

> **Nota**: Véase la sección 314.17(C) con respecto al soporte cuando se usan cajas no metálicas.

(B) Cables no sostenidos. Se permitirá que el cable con forro no metálico no esté sostenido cuando el cable:

> (1) Está tendido entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte no es viable.
>
> (2) No tiene más de 1.4 m (4 ½ pies) de longitud desde el último punto de soporte del cable hasta el punto de conexión a una luminaria u otro equipo eléctrico, y el cable y el punto de conexión están dentro de un cielo raso accesible.

(C) Dispositivo de alambrado sin caja independiente de salida. Se permitirá un dispositivo de alambrado identificado para ese uso, sin una caja independiente de salida, y que incorpore una abrazadera de cable, cuando el cable está asegurado en su lugar a intervalos que no superen 1.4 m (4 ½ pies) y a una distancia no mayor de 300 mm (12 pulgadas) desde la abertura en la pared del dispositivo

de alambrado. Además debe haber por lo menos un bucle de cable continuo de 300 mm (12 pulgadas), o un tramo de 150 mm (6 pulgadas) del extremo disponible del cable en el lado interno de la pared terminada, para permitir el reemplazo.

334.40 Cajas y accesorios

(A) Cajas de material aislante. Se permitirán las cajas de salida no metálicas, tal como establece la sección 314.3.

(B) Dispositivos de material aislante. Se permitirá usar los interruptores, salidas y dispositivos de derivación de material aislante sin cajas, en instalaciones expuestas y para rehabilitación de instalaciones en edificios ya existentes, cuando el cable esté oculto e instalado. Las aberturas de dichos dispositivos deben ajustarse estrechamente alrededor de la cubierta exterior del cable y el dispositivo debe encerrar completamente la parte del cable a partir de la cual se haya quitado la cubierta. Cuando las conexiones a los conductores se hagan mediante terminales de tipo tornillo, deben estar disponibles tantos terminales como conductores haya.

(C) Dispositivos con envolvente integral. Se permitirá utilizar dispositivos de alambrado con envolventes *(enclosures)* integrales identificados para ese uso, tal como establece la sección 300.15 (E).

334.80 Ampacidad. La ampacidad de los cables de tipo NM, NMC y NMS se debe determinar de acuerdo con la sección 310.15. La ampacidad debe ser la de los conductores con temperatura nominal de 60° C (140° F). Se permitirá usar el valor nominal de 90° C (194° F) para fines de corrección de la ampacidad, siempre y cuando la capacidad corregida final no exceda la de un conductor con temperatura nominal de 60° C (140° F). La ampacidad de los cables de tipos NM, NMC y NMS instalados en bandejas portacables se debe determinar de acuerdo con la sección 392.11.
Cuando se instalan más de dos cables tipo NM que tengan dos o más conductores portadores de corriente, sin conservar la separación entre los cables, a través de la misma abertura en la estructura de madera que debe ser cortafuegos o impedir corrientes de aire usando aislamiento térmico, calafateo o espuma sellante, la ampacidad permisible de cada conductor se debe ajustar de acuerdo con la Tabla 310.15 (B) (2) (a), y no se deben aplicar las disposiciones de la sección 310.15 (A) (2), Excepción.

Cuando más de dos cables tipo NM que tengan dos o más conductores portadores de corriente se instalan en contacto con el aislamiento térmico sin conservar la separación entre los cables, la ampacidad permisible de cada conductor se debe ajustar de acuerdo con la Tabla 310.15 (B) (2) (a).

III. Especificaciones de construcción

334.100 Construcción. El forro exterior no metálico del cable debe ser de material no metálico.

334.104 Conductores. Los conductores aislados de 600 voltios deben ser conductores de cobre con calibres entre el 14 AWG y el 2 AWG, o conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre con calibres del 12 AWG al 2 AWG. Los conductores de comunicaciones deben cumplir con lo especificado en la Parte V del Artículo 800.

334.108 Conductor de puesta a tierra del equipo. Además de los conductores aislados, el cable debe tener un conductor de puesta a tierra del equipo, aislado, cubierto o desnudo.

334.112 Aislamiento. Los conductores aislados de fuerza deben ser de uno de los tipos enumerados en la Tabla 310.13 (A) que sean adecuados para el alambrado de circuitos ramales, o identificados para uso en estos cables. El aislamiento del conductor debe tener una temperatura nominal de 90º C (194º F).

NOTA: Los cables de tipos NM, NMC y NMS identificados con las marcas NM-B, NMC-B y NMS-B cumplen este requisito.

334.116 Forro. El forro exterior de los cables con forro no metálico debe cumplir con lo estipulado en las secciones 334.116 (A), (B) y (C).

(A) Tipo NM. El recubrimiento exterior debe ser retardante de la llama y resistente a la humedad.

(B) Tipo NMC. El recubrimiento exterior debe ser retardante de la llama, resistente a la humedad, a los hongos y a la corrosión.

(C) Tipo NMS. El recubrimiento exterior debe ser retardante de la llama y resistente a la humedad. El forro se debe aplicar de modo que separe los conductores de fuerza de los conductores de comunicaciones.

ARTÍCULO 336
Cables de fuerza y control para bandeja tipo TC *(tray cable)*

I. Generalidades

336.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción de los cables de fuerza y control para bandejas portacable, tipo TC.

336.2 Definición.

Cable de fuerza y control para bandeja, tipo TC *(Power and Control Tray Cable)*. Ensamble montado en fábrica, de dos o más conductores aislados con o sin conductores asociados de puesta a tierra desnudos o cubiertos, bajo una chaqueta no metálica.

II. Instalación

336.10 Usos permitidos. Se permitirá usar cables tipo TC tal como sigue:

(1) Para circuitos de fuerza, alumbrado, control y señalización.

(2) En bandejas portacables.

(3) En canalizaciones.

(4) En lugares exteriores sostenidos por un cable mensajero.

(5) Para circuitos de Clase 1, como se permite en las partes II y III del Artículo 725.

(6) Para circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, si los conductores cumplen los requisitos de la sección 760.49.

(7) El cable para bandeja tipo TC que cumpla con los requisitos de compresión e impacto del cable tipo MC, y esté identificado para este uso con la marca de tipo TC-ER, en establecimientos industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación será atendida únicamente por personal calificado, y cuando el cable esté sostenido continuamente y esté protegido contra el daño físico, usando protección mecánica como por ejemplo puntales, ángulos o canales, se permitirá entre una bandeja portacables y el equipo o dispositivo de utilización. El cable debe ir sostenido y asegurado a intervalos que no excedan 1.8 m (6 pies). La puesta a tierra de equipos para equipos de utilización la debe suministrar un conductor de puesta a tierra del equipo dentro del cable. En los cables que tienen conductores con calibre 6 AWG o más pequeños, se debe suministrar el conductor de puesta a tierra del equipo dentro del cable o, en el momento de la instalación, uno o más conductores aislados deben ser identificados permanentemente como conductor de puesta a tierra del equipo, de acuerdo con la sección 250.119(B).

Excepción: Cuando no esté sometido al daño físico, se permitirá el cable tipo TC-ER para la transición entre bandejas portacables y

entre las bandejas portacables y el equipo o los dispositivos de utilización para una distancia que no supere 1.8 m (6 pies) sin apoyo continuo. El cable debe estar sostenido mecánicamente donde sale de la bandeja portacables para garantizar que no se exceda el radio mínimo de curvatura.

(8) Cuando se instala en lugares mojados, el cable tipo TC también debe ser resistente a la humedad y a los agentes corrosivos.

Nota: para los límites de temperatura de los conductores, véase la sección 310.10.

336.12 Usos no permitidos. No se permitirá instalar ni usar cables de bandeja de tipo TC:

(1) Instalados donde estén expuestos a daños físicos.

(2) Instalados por fuera de una canalización o de un sistema de bandejas portacables, excepto lo permitido en la sección 336.10 (7).

(3) Expuestos a la luz directa del sol, a no ser que estén identificados como resistentes a la luz del sol.

(4) Enterrados directamente, a no ser que estén identificados para ese uso.

336.24 Radio de curvatura. Las curvas en los cables de tipo TC se deben hacer de modo que no dañen el cable. Para cables tipo TC sin blindaje metálico, el radio mínimo de curvatura debe ser:

(1) Cuatro veces el diámetro total para cables con diámetro de 25 mm (1 pulgada) o menos.

(2) Cinco veces el diámetro total para cables con diámetro superior a 25 mm (1 pulgada) pero máximo de 50 mm (2 pulgadas).

(3) Seis veces el diámetro total para cables con diámetro superior a 50 mm (2 pulgadas).

Los cables tipo TC con blindaje metálico deben tener un radio de curvatura mínimo no inferior a 12 veces el diámetro total del cable.

336.80 Ampacidad. La ampacidad de los cables tipo TC se debe determinar de acuerdo con la sección 392.11 para conductores con calibre 14 AWG y más grandes, con la sección 402.5 para conductores con calibre 18 AWG a 16 AWG cuando se instalan en bandejas portacables, y con la sección 310.15 cuando se instalan en una canalización o como cable soportado por mensajero.

III. Especificaciones de construcción

336.100 Construcción. No se permitirá un forro metálico ni una armadura metálica tal como se definen en la sección 330.116, ni por debajo ni por encima de la chaqueta no metálica. Se permitirá blindaje(es) metálico(s) por encima de grupos de conductores, por debajo de la chaqueta exterior, o ambos.

336.104 Conductores. Los conductores aislados de los cables tipo TC deben ser de calibre 18 AWG al 1 000 kcmil, de cobre, níquel o cobre recubierto de níquel, y de calibre 12 AWG hasta 1 000 kcmil, de aluminio o aluminio recubierto de cobre. Los conductores aislados de calibre 14 AWG y más grandes de cobre, níquel o cobre recubierto de níquel, y de calibre 12 AWG hasta 1000 kcmil de aluminio o aluminio recubierto de cobre, deben ser de uno de los tipos incluidos en la Tabla 310.13 (A) o la Tabla 310.13 (B), adecuados para circuitos de alimentadores o circuitos ramales, o identificados para dicho uso.

(A) Sistemas de alarma contra incendios. Cuando se usan para sistemas de alarma contra incendios, los conductores deben cumplir también lo establecido en la sección 760.49.

(B) Circuitos de termopares. Se permitirá que los conductores de los cables de tipo TC utilizados en circuitos de termopares, que cumplan con la parte III del Artículo 725, sean de cualquiera de los materiales utilizados para los alambres de extensión de los termopares.

(C) Conductores de circuito Clase 1. Los conductores de cobre aislados con calibre 18 AWG y 16 AWG también deben cumplir lo establecido en la sección 725.49.

336.116 Chaqueta. La chaqueta exterior debe ser de material no metálico retardante de la llama.

336.120 Marcado. En los cables de tipo TC que utilicen alambres de extensión de termopares, no tener marcada la tensión.

ARTÍCULO 338
Cables de entrada de la acometida tipos SE *(Service-Entrance)* y USE *(Underground Service-Entrance)*

I. Generalidades

338.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción de los cables de entrada de la acometida.

338.2 Definiciones.

Cable de entrada de la acometida *(Service-Entrance Cable)*. Conductor individual o un ensamble multiconductor con o sin cubierta exterior total, utilizado fundamentalmente para acometidas, y de uno de los tipos siguientes:

Tipo SE. Cable de entrada de la acometida con cubierta retardante de la llama y resistente a la humedad.

Tipo USE. Cable de entrada de la acometida, identificado para uso subterráneo, con cubierta resistente a la humedad pero que no se exige que tenga una cubierta retardante de la llama.

II. Instalación

338.10 Usos permitidos.

(A) Conductores de entrada de la acometida. Se permitirá el uso de cables de entrada de la acometida como conductores de entrada de la acometida y se deben instalar de acuerdo con las secciones 230.6, 230.7 y las partes II, III y IV del Artículo 230.

(B) Alimentadores o circuitos ramales.

(1) Conductor aislado puesto a tierra. Se permitirá usar cables de entrada de la acometida de tipo SE en sistemas de alambrado cuando todos los conductores de circuito del cable son de tipo termofijo o termoplástico.

(2) Conductor no aislado puesto a tierra. Se permitirá usar los cables de entrada de la acometida de tipo SE, cuando los conductores aislados se usan para el alambrado del circuito y el conductor no aislado se usa únicamente con propósitos de puesta a tierra de los equipos.

Excepción: Se permitirán los conductores no aislados como conductores puestos a tierra de acuerdo con las secciones 250.32 y 250.140 cuando el conductor no aislado puesto a tierra del cable se origine en el equipo de acometida, y de acuerdo con las secciones 225.30 hasta 225.40.

(3) Límites de temperatura. Los cables de entrada de la acometida tipo SE que se usen para alimentar electrodomésticos, no deben estar sometidos a temperaturas superiores a la temperatura especificada para el tipo de aislamiento que tienen.

(4) Métodos de instalación para circuitos ramales y alimentadores.

(a) Instalaciones interiores. Además de las disposiciones de este artículo, los cables de entrada de la acometida tipo SE, utilizados en instalaciones interiores, deben cumplir con los requisitos de instalación de la Parte II del Artículo 334.

Nota. Para los límites de temperatura de los conductores, véase la sección 310.10.

(b) Instalaciones exteriores. Además de las disposiciones de este artículo, los cables de entrada de la acometida usados para alimentadores o circuitos ramales, cuando se instalen como alambrado exterior, deben ser instalados de acuerdo con la Parte I del Artículo 225. El cable debe estar sostenido de acuerdo con la sección 334.30. El cable tipo USE instalado como cable de alimentador o circuito ramal subterráneo debe cumplir con lo que se especifica en la Parte II del Artículo 340.

338.12 Usos no permitidos.

(A) Cable de entrada de la acometida. El cable de entrada de la acometida (SE) no se debe usar bajo ninguna de las siguientes condiciones ni en ninguno de los siguientes lugares:

(1) Cuando está sometido al daño físico, a menos que esté protegido de acuerdo con la sección 230.50 (A).

(2) Subterráneo con o sin una canalización.

(3) Para alambrado de alimentadores y circuitos ramales exteriores, a menos que la instalación cumpla con las disposiciones de la Parte I del Artículo 225 y esté sostenido de acuerdo con la sección 334.30, o si se usa como un alambrado soportado por mensajero, tal como lo permite la Parte II del artículo 396.

(B) Cable de entrada de la acometida subterránea. El cable de entrada de la acometida subterránea (USE) no se debe usar bajo ninguna de las siguientes condiciones ni en ninguno de los siguientes lugares:

(1) Para alambrado interior.

(2) Para instalaciones sobre el suelo, excepto cuando el cable tipo USE emerge del suelo y termina en un envolvente en un lugar exterior, y el cable está protegido de acuerdo con la sección 300.5 (D).

(3) Como un alambrado aéreo, a menos que sea un cable multiconductor identificado para uso sobre el suelo y se instale como alambrada soportado por mensajero, de acuerdo con la sección 225.10 y la Parte II del Artículo 396.

338.24 Radio de curvatura. Las curvas de los cables de tipos USE y SE se deben hacer de modo que no se dañe el cable. El radio de la curva del borde interior de cualquier curva, durante o después de la instalación, no debe ser inferior a cinco veces el diámetro del cable.

III. Construcción.

338.100 Construcción. Se permitirá que las construcciones cableadas tipo USE de un solo conductor, reconocidas para uso subterráneo tengan un conductor desnudo de cobre cableado con el ensamble. Se permitirá que los ensambles de conductores tipo USE de un solo conductor, paralelos o cableados reconocidos para uso subterráneo, tengan un conductor concéntrico de cobre desnudo. No se exigirá que estas construcciones tengan una cubierta exterior total.

> **Nota:** Véase la sección 230.41, Excepción, numeral (2) con respecto a los conductores de entrada de la acometida, no aislados, enterrados directamente.

Se permitirá que los cables de tipos SE y USE que tienen dos o más conductores, tengan un conductor no aislado.

338.120 Marcado. Los cables de entrada de la acometida se deben marcar tal como exige la sección 310.11. Un cable con el conductor del neutro de calibre inferior al de los conductores no puestos a tierra, debe estar marcado.

ARTÍCULO 340 - Cable para alimentadores y circuitos ramales subterráneos, tipo UF *(Underground Feeder)*

I. Generalidades

340.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para los cables para alimentadores y circuitos ramales subterráneos, tipo UF.

340.2 Definición.

Cable para alimentadores y circuitos ramales subterráneos, tipo UF *(Underground Feeder and Branch-Circuit Cable)*. Ensamble montado en la fábrica de uno o más conductores aislados, con cubierta integral o total de material no metálico, adecuado para enterramiento directo en la tierra.

340.6 Requisitos de listado. Los cables tipo UF deben ser listados.

II. Instalación

340.10 Usos permitidos. Se permitirá el uso de cables tipo UF como se indica a continuación:

(1) Para uso subterráneo, incluso enterrados directamente en la tierra. Para los requisitos de instalación subterránea, véase la sección 300.5.

(2) Como cables de un solo conductor. Cuando se instalan como cables de un solo conductor, todos los cables del conductor puesto a tierra del alimentador o del circuito ramal, incluido el conductor puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra de los equipos, si lo hubiera, se deben instalar de acuerdo con la sección 300.3.

(3) Para alambrado en lugares mojados, secos o corrosivos con los métodos de alambrado reconocidos en este Código.

(4) Instalados como cables con forro no metálico. Cuando se instalan de esta manera, los requisitos de la instalación y el conductor deben cumplir con las disposiciones de las partes II y III del Artículo 334 y deben ser del tipo multiconductor.

(5) Para sistemas solares fotovoltaicos, de acuerdo con la sección 690.31.

(6) Como cables de un solo conductor, como terminales no calefactores para cables de calefacción, tal como se establece en la sección 424.43.

(7) Sostenidos por bandejas portacables. Los cables tipo UF sostenidos en bandejas portacables, deben ser del tipo multiconductor.

Nota. Para los límites de temperatura de los conductores, véase la sección 310.10.

340.12 Usos no permitidos. No se deben usar los cables tipo UF de las siguientes maneras:

(1) Como cables de entrada de la acometida.

(2) En garajes comerciales.

(3) En teatros y lugares similares.

(4) En estudios cinematográficos.

(5) En cuartos de baterías de acumuladores.

(6) En fosos de ascensores, elevadores o escaleras mecánicas.

(7) En cualquier lugar (clasificado como) peligroso, excepto como se permita en otras partes de este Código.

(8) Incrustados en cemento vaciado, concreto o agregado, excepto cuando esté incrustado en yeso como terminales no calefactores, cuando lo permita la sección 424.43.

(9) Cuando estén expuestos a la luz directa del sol, excepto si están identificados como resistentes a la luz del sol.

(10) En donde estén sometidos al daño físico.

(11) Como cable aéreo, excepto cuando se instale como un alambrado soportado por mensajero, de acuerdo con la Parte II del Artículo 396.

340.24 Radio de curvatura. Las curvas de los cables tipo UF se deben hacer de modo que no se dañe el cable. El radio de la curva del borde interior de cualquier curva no debe ser inferior a cinco veces el diámetro del cable.

340.80 Ampacidad. La ampacidad de los cables tipo UF debe ser la de los conductores de 60° C (140^0 F), de acuerdo con la sección 310.15.

III. Especificaciones de construcción

340.104 Conductores. Los conductores deben ser de cobre con calibre 14 AWG o de aluminio o aluminio recubierto de cobre con calibre 12 AWG, hasta el 4/0 AWG.

340.108 Conductor de puesta a tierra del equipo. Además de los conductores aislados, se permitirá que el cable tenga un conductor de puesta a tierra del equipo aislado o desnudo.

340.112 Aislamiento. Los conductores de tipo UF deben ser de uno de los tipos resistentes a la humedad que se indican en la Tabla 310.13 (A), adecuados para el alambrado del circuito ramal o identificado para ese uso. Cuando se instalan como método de alambrado substituto para cable tipo NM, el aislamiento del conductor debe tener una temperatura nominal de 90º C (194º F).

340.116 Forro. La cubierta exterior debe ser retardante de la llama, resistente a la humedad, los hongos y la corrosión y adecuada para enterramiento directo en la tierra.

ARTÍCULO 342
Conduit metálico intermedio Tipo IMC *(Intermediate Metal Conduit)*

I. Generalidades

342.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para conduit metálico intermedio (IMC) y los accesorios asociados.

342.2 Definición.

Conduit metálico intermedio (IMC) *(Intermediate Metal Conduit (IMC)*). Canalización de acero roscable, de sección transversal circular diseñada para la protección física y el direccionamiento de los conductores y cables, y para su uso como conductor de puesta a tierra del equipo cuando se instala con sus acoplamientos integrales o asociados y los accesorios adecuados.

342.6 Requisitos de listado. El conduit metálico intermedio (IMC), los codos y acoples de fábrica, así como los accesorios asociados deben ser listados.

II. Instalación

342.10 Usos permitidos.

(A) Todas las condiciones atmosféricas y ocupaciones. Se permitirá el uso del conduit metálico intermedio (IMC) en todas las condiciones atmosféricas y en todas las ocupaciones.

(B) Ambientes corrosivos. Se permitirá instalar el conduit metálico intermedio (IMC), codos, acoples y accesorios en el concreto, en contacto directo con la tierra, o en áreas sometidas a condiciones corrosivas fuertes, si están protegidos contra la corrosión y se juzgan adecuados para esas condiciones.

(C) Con relleno de escoria. Se permitirá instalar conduit metálico intermedio (IMC) en relleno de escoria o debajo de él, donde esté sujeto a humedad permanente, si está protegido por todos los lados por una capa de concreto sin escoria de espesor no inferior a 50 mm (2 pulgadas); si el conduit no está a menos de 450 mm (18 pulgadas) bajo el relleno; o si está protegido contra la corrosión y se juzga adecuado para esas condiciones.

(D) Lugares mojados. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc., deben ser de material resistente a la corrosión o deben estar protegidos por materiales resistentes a la corrosión.

Nota: Para la protección contra la corrosión, véase la Sección 300.6.

342.14. Metales diferentes. Cuando sea posible, se debe evitar que en cualquier lugar del sistema haya metales diferentes en contacto, para eliminar la posibilidad de efectos galvánicos.
Se permitirá usar accesorios y envolventes de aluminio con el conduit metálico intermedio (IMC).

342.20. Tamaño.

(A) Mínimo. No se debe utilizar conduit (IMC) de designador métrico inferior al 16 (tamaño comercial de 1/2”).

(B) Máximo. No se debe usar conduit (IMC) de designador métrico superior al 103 (tamaño comercial de 4”).

> **Nota**: Véase la sección 300.1(C) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Estos son para efectos de identificación únicamente y no se relacionan con las dimensiones reales.

342.22 Número de conductores. El número de conductores no debe exceder lo permitido por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 9.
Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo permitido por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 9.

342.24 Curvas. **Cómo se hacen**. Las curvas del conduit metálico intermedio (IMC) se deben hacer de modo que el conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. El radio de la curva de cualquier curva hecha en obra hasta la línea central del conduit no debe ser inferior al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 9.

342.26 Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo, cuerpos de conduit y cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

342.28 Escariado y roscado. Todos los extremos cortados del conduit se deben escariar o acabar de una forma adecuada para eliminar los bordes ásperos. Cuando el conduit se rosque en obra, se debe utilizar un troquel de terraja estándar con conicidad de 1 en 16 (¾ de pulgada por pie).

> **Nota**. Véase el documento Standards for Pipe Threads, General Purpose (Inch), ANSI/ASME B.1.20.1-1983.

342.30 Sujeción y soporte. El conduit metálico intermedio (IMC) se debe instalar como un sistema completo, como se establece en la sección 300.18, y se debe asegurar bien en su sitio y soportarse de acuerdo con las secciones 342.30 (A) y (B), o se permitirá que no esté soportado, de acuerdo con la sección 342.30 (C).

(A) Sujetado y asegurado. Cada conduit metálico intermedio (IMC) se debe sujetar y asegurar a una distancia no mayor de 900 mm (3 pies) de cada caja de salida, caja de empalmes, caja de dispositivos, gabinete, cuerpo de conduit u otra terminación de conduit. Se permitirá aumentar la distancia de sujeción a 1.5 m (5 pies) si los miembros estructurales no permiten una sujeción fácil dentro de los 900 mm (3 pies). Si se aprueba, no se exigirá que el conduit esté sujetado y asegurado a 900 mm (3 pies) de la mufa de acometida para la terminación de un poste por encima del techo.

(B) Soportes. El conduit metálico intermedio (IMC) se debe soportar de acuerdo con uno de los siguientes métodos:

> (1) El conduit se debe soportar a intervalos que no excedan de 3 m (10 pies).
>
> (2) La distancia entre soportes para tramos rectos de conduit se permitirá de acuerdo con la Tabla 344.30 (B) (2), siempre y cuando el conduit tenga acoples roscados, y estos soportes eviten la transmisión de esfuerzos a la terminación cuando el tubo se flexiona entre los soportes.

(3) Se permitirá que los tramos verticales expuestos desde maquinaria industrial o equipo fijo estén soportados a intervalos que no excedan 6 m (20 pies), siempre y cuando el conduit tenga acoples roscados, esté soportado y fijo firmemente en la parte superior e inferior del tramo vertical y no haya a disposición otros medios de soporte intermedio.

(4) Se permitirán tramos horizontales de conduit metálico intermedio (IMC) soportados en aberturas a través de elementos estructurales, a intervalos no superiores a 3 m (10 pies) y asegurados firmemente a una distancia no mayor a 900 mm (3 pies) de los puntos de terminación.

(C) Canalizaciones sin soporte. Cuando no se encuentran discos removibles con exceso de diámetro, concéntricos o excéntricos, se permitirá que el conduit metálico intermedio (IMC) no tenga soporte si la canalización no tiene más de 450 mm (18 pulgadas) y permanece en longitudes continuas (sin acoples), Tales canalizaciones deben terminar en una caja de salida, caja de empalme, caja de dispositivos, gabinete u otra terminación en cada extremo de la canalización.

342.42 Acoples y conectores.

(A) Sin rosca. Los acoples y conectores sin rosca utilizados con el conduit deben ser herméticos. Cuando estén enterrados en mampostería o concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando estén en lugares mojados, deben cumplir lo estipulado en la sección 314.15. Los acoples y conectores sin rosca no se deben usar en los extremos roscados del conduit, a menos que estén listados para ese propósito.

(B) Con rosca corrida. En el conduit no se deben utilizar roscas corridas para la conexión en los acoples.

342.46 Adaptadors. Cuando el conduit entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un adaptadors o adaptador que proteja el cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, accesorio, gabinete o envolvente ofrezca una protección equivalente.

Nota: Véase la sección 300.4 (G) con respecto a la protección de los conductores de calibre 4 AWG y más grandes en los adaptadors.

342.56 Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con la sección 300.15.

342.60 Puesta a tierra. Se permitirá el conduit metálico intermedio (IMC) como conductor de puesta a tierra del equipo.

III. Especificaciones de construcción

342.120 Marcado. Cada tramo debe ir marcado de manera clara y duradera al menos cada 1.5 m (5 pies) con las letras IMC *(Intermediate Metal Conduit)*. Además, cada tramo debe ir marcado según se exige en la sección 110.21.

342.130 Longitud normalizada. La longitud normalizada del conduit metálico intermedio (IMC) debe ser de 3.05 m (10 pies), incluido un acople unido, y cada extremo debe estar roscado. Se permitirán longitudes mayores o menores, con acople o sin él, y roscadas o no.

ARTÍCULO 344
Conduit metálico rígido tipo RMC *(Rigid Metal Conduit)*

I. Generalidades.

344.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para el conduit metálico rígido (RMC), y los accesorios asociados.

344.2 Definición.

Conduit metálico rígido (RMC) *(Rigid Metal Conduit (RMC)*). Canalización roscable, de sección transversal circular diseñada para la protección física y el direccionamiento de conductores y cables, y para su uso como conductor de puesta a tierra del equipo cuando se instala con su acople integral o asociado y los accesorios adecuados. El conduit metálico rígido (RMC) generalmente se fabrica en acero (ferroso) con revestimiento protector de aluminio (no ferroso). Los tipos de uso especial son de latón rojo y de acero inoxidable.

344.6 Requisitos de listado. El conduit metálico rígido (RMC), los codos y acoples de fábrica, así como los accesorios asociados deben ser listados.

II. Instalación

344.10 Usos permitidos.

(A) Condiciones atmosféricas y ocupaciones.

(1) Conduit metálico rígido de acero galvanizado (RMC) y de acero inoxidable. Se permitirá el uso de conduit metálico rígido de acero galvanizado (RMC) y de acero inoxidable en todas las condiciones atmosféricas e inmuebles.

(2) Conduit metálico rígido (RMC) de latón rojo. Se permitirá instalar conduit metálico rígido (RMC) de latón rojo para enterramiento directo y en aplicaciones en piscinas.

(3) Conduit metálico rígido (RMC) de aluminio. Se permitirá instalar conduit metálico rígido (RMC) de aluminio cuando se considere adecuado para el entorno. El conduit de aluminio rígido (RMC) encerrado en concreto o en contacto directo con la tierra debe tener protección complementaria aprobada contra la corrosión.

(4) Canalizaciones y accesorios ferrosos. Se permitirán canalizaciones y accesorios ferrosos protegidos contra la corrosión únicamente con esmalte, solamente en interiores y en ocupaciones no sometidos a influencias corrosivas fuertes.

(B) Ambientes corrosivos.

(1) Conduit metálico rígido (RMC) de acero galvanizado, acero inoxidable y latón rojo, y codos, acoples y accesorios. Se permitirá instalar conduit metálico rígido (RMC) de acero galvanizado, acero inoxidable y latón rojo, y codos, acoples y accesorios en concreto, en contacto directo con la tierra o en áreas

expuestas a influencias corrosivas fuertes, si están protegidos contra la corrosión y se juzgue adecuados para esa condición.

(2) Protección complementaria del conduit metálico rígido (RMC) de aluminio. El conduit metálico rígido (RMC) de aluminio debe tener protección complementaria aprobada contra la corrosión cuando está encerrado de concreto o en contacto directo con la tierra.

(C) Relleno de escoria. Se permitirá instalar el conduit metálico rígido de acero galvanizado, acero inoxidable y latón rojo (RMC) en relleno de escoria o debajo de él, donde esté sometido permanente a la humedad, cuando esté protegido por todos sus lados por una capa de concreto sin escoria no inferior a 50 mm (2 pulgadas) de espesor, cuando el conduit esté a no menos de 450 mm (18 pulgadas) bajo el relleno, o cuando esté protegido contra la corrosión y se juzgue adecuado para esa condición.

(D) Lugares mojados. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc. deben ser de material resistente a la corrosión o deben estar protegidos por un material resistente a la corrosión.

Nota. Para la protección contra la corrosión, véase la sección 300.6.

344.14 Metales diferentes. Cuando sea factible, se debe evitar el contacto entre metales diferentes en cualquier parte del sistema con el fin de eliminar la posibilidad de acción galvánica. Se permitirá el uso de accesorios y envolventes de aluminio con conduit metálico rígido (RMC) de acero, y el uso de accesorios y envolventes de acero con conduit metálico rígido (RMC) de aluminio cuando no estén sometidos a influencias corrosivas fuertes.

344.20 Tamaño.

(A) Mínimo. No se debe utilizar conduit metálico rígido (RMC) de designador métrico inferior a 16 (tamaño comercial de 1/2”).

Excepción: Para contener los terminales de motores, como lo permite la sección 430.245 (B).

(B) Máximo. No se debe utilizar conduit metálico rígido (RMC) de designador métrico superior a 155 (tamaño comercial de 6”).

Nota: Véase la sección 300.1(C) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Estos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

344.22 Número de conductores. El número de conductores no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido especificado en la Tabla 1, Capítulo 9. Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo permitido por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 9.

344.24 Curvas. Cómo se hacen. Las curvas del conduit metálico rígido (RMC) se deben hacer de modo que el conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. El radio de la curva, de cualquier curva hecha en obra, hasta la línea central del conduit no debe ser inferior al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 9.

344.26 Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cuerpos de conduit y cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

344. 28 Escariado y roscado. Todos los extremos cortados del conduit se deben escariar o deben tener un acabado tal, que elimine los bordes ásperos. Cuando el conduit sea roscado en obra, se debe usar un troquel para terraja estándar con conicidad de 1 en 16 (3/4 de pulgada por pie).

Nota: Véase el documento Standards for Pipe Threads, General Purpose (Inch). ANSI/ASME B.1.20.1.-1983.

344.30 Sujeción y soporte. El conduit metálico rígido (RMC) se debe instalar como un sistema completo, como se establece en la sección 300.18, y se debe asegurar firmemente en su sitio y soportarse de acuerdo con las secciones 344.30 (A) y (B), o se permitirá que no tenga soporte, de acuerdo con la sección 344.30 (C).

(A) Sujetado y asegurado. Cada conduit metálico rígido (RMC) se debe sujetar y asegurar a una distancia no mayor de 900 mm (3 pies) de cada caja de salida, caja de empalmes, caja de dispositivos, gabinete, cuerpo de conduit u otra terminación de conduit. Se permitirá aumentar la distancia de sujeción a 1.5 m (5 pies) si los miembros estructurales no permiten una sujeción fácil dentro de los 900 mm (3 pies). Si se aprueba, no se exigirá que el conduit esté fijo firmemente a 900 mm (3 pies) de la derivación de la acometida para la mufa de acometida en un poste por encima del techo.

(B) Soportes. El conduit metálico rígido (RMC) se debe soportar de acuerdo con uno de los siguientes métodos:

(1) El conduit se debe soportar a intervalos de máximo 3 m (10 pies).

(2) La distancia entre soportes para tramos rectos de conduit se permitirá de acuerdo con la Tabla 344.30 (B) (2), siempre y cuando el conduit tenga acoples roscados, y estos soportes eviten la transmisión de esfuerzos a la terminación cuando el tubo se flexiona entre los soportes.

Tabla 344.30 (B) (2) Soportes para conduit metálico rígido

Tamaño del conduit	Tamaño comercial	Distancia máxima entre los soportes del conduit metálico rígido	
Designador métrico		m	pie
16 - 21	1/2 - 3/4	3	10
27	1	3.7	12
35 - 41	1 ¼ - 1 ½	4.3	14
53 - 63	2 - 2 ½	4.9	16
78 y mayor	3 y mayor	6.1	20

(3) Se permitirá que los tramos verticales expuestos desde maquinaria industrial o equipo fijo estén soportados a intervalos que no excedan 6 m (20 pies), siempre y cuando el conduit tenga acoples roscados, esté soportado firmemente en la parte superior e inferior del tramo vertical y no haya a disposición otros medios de soporte intermedio.

(4) Se permitirán tramos horizontales de conduit metálico rígido (RMC)

soportados en aberturas a través de miembros estructurales, a intervalos no superiores a 3 m (10 pies) y asegurados firmemente a no más de 900 mm (3 pies) de los puntos de terminación.

(C) Canalizaciones sin soporte. Cuando no se encuentran discos removibles con exceso de diámetro, concéntricos o excéntricos, se permitirá que el conduit metálico rígido (RMC) no tenga soporte si la canalización no tiene más de 450 mm (18 pulgadas) y permanece en longitudes continuas (sin acoples), Tales canalizaciones deben terminar en una caja de salida, caja de empalme, caja de dispositivos, gabinete u otra terminación en cada extremo de la canalización.

344.42 Acoples y conectores.

(A) Sin rosca. Los acoples y conectores sin rosca utilizados con el conduit deben ser herméticos. Cuando estén enterrados en mampostería o concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando se instalan en lugares mojados, deben cumplir lo estipulado en la sección 314.15. Los acoples y conectores sin rosca no se deben usar en los extremos roscados del conduit, a menos que estén listados para ese propósito.

(B) Con rosca corrida. En el conduit no se deben utilizar roscas corridas para la conexión en los acoples.

344.46 Adaptadors o adaptadores. Cuando un conduit entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un adaptadors o adaptador que proteja el alambre de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, accesorio o envolvente ofrezca una protección equivalente.

Nota: Véase la sección 300.4 (G) con respecto a la protección de los conductores de calibre 4 AWG y más grandes en los adaptadors.

344.56 Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con la sección 300.15.

342.60 Puesta a tierra. Se permitirá el conduit metálico rígido (RMC) como conductor de puesta a tierra del equipo.

III. Especificaciones de construcción

344.120 Marcado. Cada tramo debe ir marcado de manera clara y duradera al menos cada 3 m (10 pies) tal como se exige en la primera frase de la sección 110.21. El conduit no ferroso de material resistente a la corrosión debe tener marcas adecuadas.

344.130 Longitud normalizada. La longitud normalizada del conduit metálico rígido (RMC) debe ser 3.05 m (10 pies), incluido un acople unido, y cada extremo debe ser roscado. Se permitirán longitudes mayores o menores, con acople o sin él, y roscadas o no.

ARTÍCULO 348
Conduit metálico flexible tipo FMC *(Flexible Metal Conduit)*

I. Generalidades

348.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para el conduit metálico flexible, (FMC), y los accesorios asociados.

348.2 Definición.

Conduit metálico flexible (FMC) *(Flexible Metal Conduit (FMC)*). Canalización de sección transversal circular hecha de una banda metálica entrelazada, conformada, y enrollada en espiral.

348.6 Requisitos de listado. El conduit metálico flexible (FMC) y los accesorios asociados deben ser listados.

II. Instalación

348.10 Usos permitidos. Se permitirá el uso del conduit metálico flexible (FMC) en lugares expuestos y ocultos.

348.12 Usos no permitidos. No se debe usar conduit metálico flexible (FMC) en las siguientes condiciones:

(1) En lugares mojados.

(2) En fosos de ascensores, excepto lo permitido en la sección 620.21 (A) (1).

(3) En cuartos para baterías de acumuladores.

(4) En cualquier lugar (clasificado como) peligroso, excepto como se permita en otros artículos de este Código.

(5) Cuando esté expuesto a materiales que tengan un efecto deteriorante sobre los conductores instalados, tales como aceite o gasolina.

(6) Subterráneo o empotrado en concreto vaciado o de agregado. (7) Cuando esté expuesto a daños físicos.

348.20 Tamaño.

(A) Mínimo. No se debe utilizar conduit metálico flexible (FMC) con designador métrico inferior a 16 (tamaño comercial de1/2), excepto lo permitido en las secciones 348.20 (A) (1) hasta (A) (5) para el designador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8).

(1) Para encerrar puntas de cables de motores, tal como lo permite la sección 430.245 (B).

(2) En tramos no superiores a 1.8 m (6 pies) para cualquiera de los siguientes usos:

(a) Para equipos de utilización.

(b) Como parte de un ensamble listado.

(c) Para conexiones en derivación a luminarias, tal como lo permite la sección 410.117(C).

(3) Para sistemas de alambrado fabricado, como lo permite la sección 604.6 (A).

(4) En fosos de ascensores, como lo permite la sección 620.21 (A) (1).

(5) Como parte de un ensamble listado, para conectar secciones de luminarias cableadas, como lo permite la sección 410.137(C).

(B) Máximo. No se debe utilizar conduit metálico flexible (FMC) con designador métrico superior a 103 (tamaño comercial de 4).

Nota: Véase la sección 300.1(C) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Estos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

348.22 Número de conductores. El número de conductores permitido no debe exceder el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 9, o lo permitido en la Tabla 348.22 o para el designador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8).

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 9.

348.24 Curvas. Cómo se hacen. Las curvas del conduit se deben hacer de modo que el conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permitirá hacer las curvas manualmente, sin equipo auxiliar. El radio de la curva hasta la línea central de cualquier curva no debe ser inferior al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 9, en la columna “otras curvas”.

348.26 Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cuerpos de conduit y cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

348.28 Refinamiento. Todos los extremos cortados se deben refinar o arreglar o de otro modo darles un terminado para eliminar los bordes ásperos, excepto cuando se usen accesorios que se enroscan dentro de las espirales.

348.30 Sujeción y soporte. El conduit metálico flexible (FMC) se debe asegurar firmemente en su sitio y soportar de acuerdo con las secciones 348.30 (A) y (B).

(A) Sujetado y asegurado. El conduit metálico flexible (FMC) se debe sujetar y asegurar con un medio aprobado a una distancia no mayor de 300 mm (12 pulgadas) de cada caja, gabinete, cuerpo de conduit u otra terminación de conduit, y se debe fijar y soportar a intervalos que no superen 1.4 m (4 ½ pies).

Excepción No. 1: Cuando el conduit metálico flexible (FMC) vaya tendido entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte no es viable.

Excepción No. 2: Cuando la flexibilidad es necesaria después de la instalación, los tramos no deben exceder las siguientes longitudes:

(1) 900 mm (3 pies) para los designadores métricos del 16 hasta el 35 (tamaños comerciales de ½ hasta 1 ¼).

(2) 1 200 mm (4 pies) para los designadores métricos del 41 hasta el 53 (tamaños comerciales de 1 ½ hasta 2).

(3) 1 500 mm (5 pies) para los designadores métricos del 63 (tamaños comerciales de 2 ¼) y mayores.

Excepción No. 3: Tramos que no superen los 1.8 m (6 pies) desde la conexión terminal de una luminaria para conexiones en derivación hasta las luminarias, tal como lo permite la sección 410.117(C).

Excepción No. 4: Tramos que no superen los 1.8 m (6 pies) desde el último punto de sujeción firme de la canalización para conexiones dentro de un cielo raso accesible hasta la(s) luminaria(s) u otro equipo.

(B) Soportes. Se permitirán tramos horizontales de conduit metálico flexible (FMC) soportados en aberturas a través de elementos estructurales, a intervalos no superiores a 1.4 m (4½ pies) y fijos firmemente a una distancia no mayor de 300 mm (12 pulgadas) de los puntos de terminación.

Tabla 348.22 Número máximo de conductores aislados en el conduit metálico flexible de designador métrico de 12 (tamaño comercial de 3/8")*

Calibre (AWG)	Tipos RFH-2, SF-2		Tipos TF, XHHW, TW		Tipos TFN, THHN, THWN		Tipos FEP, FEBP, PF, PGF	
	Accesorios dentro del conduit	Accesorios fuera del conduit	Accesorios dentro del conduit	Accesorios fuera del conduit	Accesorios dentro del conduit	Accesorios fuera del conduit	Accesorios dentro del conduit	Accesorios fuera del conduit
18	2	3	3	5	5	8	5	8
16	1	2	3	4	4	6	4	6
14	1	2	2	3	3	4	3	4
12	--	--	1	2	2	3	2	3
10	--	--	1	1	1	1	1	2

* Además, se permitirá un conductor de puesta a tierra de equipos del mismo calibre, aislado, cubierto o desnudo.

348.42 Acoples y conectores. No se deben utilizar conectores en ángulo para instalaciones de canalizaciones ocultas.

348.56 Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con la sección 300.15.

348.60 Puesta a tierra y unión. Cuando se utilice para conectar equipos donde se necesita flexibilidad después de la instalación, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos.

Cuando no se necesita flexibilidad después de la instalación, se permitirá el uso del conduit metálico flexible (FMC) como un conductor de puesta a tierra del equipo, si se instala de acuerdo con la sección 250.118 (5).

Cuando se instala o se exige, el conductor de puesta a tierra del equipo se debe instalar de acuerdo con la sección 250.134 (B).

Cuando se instala o se exige un puente de unión del equipo, se debe instalar de acuerdo con la sección 250.102.

ARTÍCULO 350
Conduit metálico flexible hermético a los líquidos tipo LFMC *(Liquidtight Flexible Metal Conduit)*

I. Generalidades

350.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para el conduit metálico flexible hermético a los líquidos, LFMC, y los accesorios asociados.

350.2 Definición.

Conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) *(Liquidtight Flexible Metal Conduit (LFMC)*). Canalización de sección transversal circular que lleva una chaqueta exterior hermética a los líquidos, no metálica y resistente a la luz del sol sobre un núcleo central metálico flexible con sus acoples, conectores y accesorios asociados para la instalación de conductores eléctricos.

350.6 Requisitos de listado. El conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) y los accesorios asociados deben ser listados.

II. Instalación

350.10 Usos permitidos. Se permitirá usar conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) en lugares expuestos u ocultos tal como sigue:

(1) Cuando las condiciones de instalación, operación o mantenimiento requieran de flexibilidad o protección contra líquidos, vapores o sólidos.

(2) Como está permitido por las secciones 501.10 (B), 502.10, 503.10 y 504.20 y en otros lugares (clasificados como) peligrosos, cuando se apruebe específicamente, y según la sección 553.7 (B).

(3) Enterrado directamente, cuando esté listado y marcado para ese propósito.

350.12 Usos no permitidos. No se debe usar conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) cuando:

(1) Esté expuesto a daños físicos.

(2) Cuando cualquier combinación de temperatura ambiente y la de los conductores produce una temperatura de funcionamiento superior a aquella para la que está aprobado el material.

350.20 Tamaño

(A) Mínimo. No se debe utilizar conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC), con designador métrico inferior a 16 (tamaño comercial de ½).

Excepción: Se permitirá instalar conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC), con designador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8"), según lo establecido en la sección 348.20(A).

(B) Máximo. El tamaño máximo del conduit metálico flexible hermético a líquidos (LFMC)

debe ser con designador métrico 103 (tamaño comercial de 4”).

> **Nota**: Véase la sección 300.1(C) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Estos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

350.22 Número de conductores o cables.

(A) Designadores métricos del 16 hasta el 103 (tamaños comerciales de ½ hasta 4). El número de conductores no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 9.
Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 9.

(B) Designador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8”). El número de conductores no debe exceder el que se indica en la Tabla 348.22, columna “Accesorios fuera del conduit”.

350.24 Curvas. Cómo se hacen. Las curvas del conduit se deben hacer de modo que el conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permitirá hacer las curvas manualmente, sin equipo auxiliar. El radio de la curva hasta la línea central de cualquier curva no debe ser inferior al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 9, en la columna “Otras curvas”.

350.26 Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cuerpos de conduit y cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

350.30 Sujeción y soporte. El conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) se debe fijar firmemente en su sitio y soportar de acuerdo con las secciones 350.30 (A) y (B).

(A) Sujetado y asegurado. El conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) se debe sujetar y asegurar con un medio aprobado a de una distancia no mayor de 300 mm (12 pulgadas) de cada caja, gabinete, cuerpo de conduit u otra terminación de conduit, y se debe fijar y soportar a intervalos que no superen 1.4 m (4 ½ pies).

> *Excepción No. 1: Cuando el conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) vaya tendido entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte no es viable*.
>
> *Excepción No. 2: Cuando la flexibilidad es necesaria después de la instalación, los tramos no deben exceder las siguientes longitudes:*
>
> (1) 900 mm (3 pies) para los designadores métricos del 16 hasta el 35 (tamaños comerciales de ½ hasta 1 ¼).
>
> (2) 1200 mm (4 pies) para los designadores métricos del 41 hasta el 53 (tamaños comerciales de 1 ½ hasta 2).
>
> (3) 1500 mm (5 pies) para los designadores métricos del 63 (tamaño comercial de 2 ¼) y mayores.
>
> *Excepción No. 3: Tramos que no superen los 1.8 m (6 pies) desde la conexión*

terminal de una luminaria para conexiones en derivación hasta las luminarias, tal como lo permite la sección 410.117 (C).

Excepción No. 4: Tramos que no superen los 1.8 m (6 pies) desde el último punto de sujeción firme de la canalización para conexiones dentro de un cielo raso accesible hasta la(s) luminaria(s) u otro equipo.

(B) Soportes. Se permitirán tramos horizontales de conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) soportados en aberturas a través de elementos estructurales, a intervalos no superiores a 1.4 m (4 ½ pies) y fijos firmemente a una distancia no mayor de 300 mm (12 pulgadas) de los puntos de terminación.

350.42 Acoples y conectores. No se deben utilizar conectores en ángulo para instalaciones en canalizaciones ocultas.

350.56 Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con la sección 300.15.

350.60 Puesta a tierra y unión. Cuando se utilice para conectar equipos donde se necesita flexibilidad después de la instalación, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos.

Cuando no se necesita flexibilidad después de la instalación, se permitirá el uso del conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) como un conductor de puesta a tierra del equipo, si se instala de acuerdo con la sección 250.118 (6).

Cuando se instala o se exige, el conductor de puesta a tierra del equipo se debe instalar de acuerdo con la sección 250.134(B).

Cuando se instala o se exige un puente de unión del equipo, se debe instalar de acuerdo con la sección 250.102.

Nota. Para los tipos de conductores de puesta a tierra de equipos, véanse las secciones 501.30 (B), 502.30 (B), 503.30 (B), 505.25 (B) y 506.25 (B).

III. Especificaciones de construcción

350.120 Marcado. El conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) se debe marcar de acuerdo con la sección 110.21. El tamaño comercial y otra información exigida por la autoridad competente y listado también se deben marcar sobre el conduit. El conduit adecuado para enterramiento directo debe estar marcado como tal.

ARTÍCULO 352
Conduit rígido de cloruro de polivinilo tipo PVC *(Polyvinyl Chloride)*

I. Generalidades

352.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para el conduit rígido de cloruro de polivinilo (PVC) y los accesorios asociados.

> **Nota**: Consulte el Artículo 353 para el conduit de polietileno de alta densidad tipo HDPE, y el Artículo 355 para el conduit de resina termofija reforzada tipo RTRC.

352.2 Definición.

Conduit rígido de cloruro de polivinilo (PVC) *(Rigid Polyvinyl Chloride Conduit (PVC)*). Un conduit rígido no metálico RNC *(rigid nonmettalic conduit)* de sección transversal circular, con acoples, conectores y accesorios asociados o integrales para la instalación de conductores y cables eléctricos.

352.6 Requisitos de listado. El conduit de PVC, los codos hechos en fábrica y los accesorios asociados deben ser listados.

II. Instalación

352.10 Usos permitidos. Se permitirá el uso del conduit de PVC de acuerdo con las secciones 352.10 (A) hasta (H).

> **Nota**: El frío extremo puede hacer que algunos conduits no metálicos se vuelvan quebradizos y, por lo tanto, más susceptibles al daño por contacto físico.

(A) Oculto. Se permitirá el conduit de PVC en paredes, pisos y cielos rasos.

(B) Influencias corrosivas. Se permitirá el conduit de PVC en lugares sometidos a influencias corrosivas fuertes, tal como se estipula en la sección 300.6 y cuando están sometidos a sustancias químicas para las cuales los materiales están específicamente aprobados.

(C) Escoria. Se permitirá el conduit de PVC en relleno de escoria.

(D) Lugares mojados. Se permitirá el conduit de PVC en plantas de procesamiento de productos lácteos, lavanderías, fábricas de conservas u otros lugares mojados, y en lugares en los que se laven con frecuencia las paredes; todo el sistema de conduit, incluyendo las cajas y los accesorios usados en él, se deben instalar y equipar de modo que se prevenga que el agua entre en el conduit. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc., deben ser de materiales resistentes a la corrosión o deben estar protegidos por materiales resistentes a la corrosión.

(E) Lugares secos y húmedos. Se permitirá el uso de conduit de PVC en lugares secos y húmedos no prohibidos por la sección 352.12.

(F) Expuesto. Se permitirá el conduit de PVC para instalaciones expuestas. El conduit de PVC usado expuesto en áreas de daño físico debe estar marcado para ese uso.

> **Nota**: El conduit de PVC tipo SCH 80 está identificado para áreas de daño

físico.

(G) Instalaciones subterráneas. Para instalaciones subterráneas, se permitirá el PVC homogéneo y no homogéneo para enterramiento directo y uso subterráneo encerrado de concreto. Véanse las secciones 300.5 y 300.50.

(H) Soporte de los cuerpos de conduit. Se permitirá el conduit de PVC para sostener cuerpos de conduit no metálicos no mayores que el tamaño comercial más grande de una canalización que entra. Estos cuerpos de conduit no deben sostener luminarias u otros equipos, y no deben contener dispositivos diferentes de los de empalme, tal como se permite en las secciones 110.14 (B) y 314.16 (C) (2).

352.12 Usos no permitidos. El conduit de PVC no se debe usar en las condiciones que se especifican en las secciones 352.12 (A) hasta (F).

(A) Lugares (clasificados como) peligrosos. En cualquier lugar (clasificado como) peligroso, excepto como se permita en otros artículos de este Código.

(B) Soporte de luminarias. Para el soporte de luminarias y otros equipos no descritos en la sección 352.10 (H).

(C) Daño físico. Cuando está sometido al daño físico, a menos que esté identificado para ese uso.

(D) Temperaturas del ambiente. Cuando está sometido a temperaturas del ambiente que superen los 50º C (122º F), a menos que estén listados de otro modo.

(E) Límites de la temperatura del aislamiento. Para conductores o cables que funcionan a una temperatura superior a la temperatura nominal de funcionamiento del conduit de PVC listado.

> *Excepción: Se permitirá instalar conductores o cables en el conduit de PVC con temperatura nominal superior a la temperatura nominal listada del conduit de PVC, siempre y cuando los conductores no funcionen a una temperatura superior a la temperatura nominal listada del conduit de PVC.*

(F) Teatros y lugares similares. En teatros y lugares similares, excepto como se indica en las secciones 518.4 y 520.5.

352.20 Tamaño.

(A) Mínimo. No se debe utilizar conduit de PVC con designador métrico inferior al 16 (tamaño comercial de 1/2”).

(B) Máximo. No se debe utilizar conduit de PVC con designador métrico superior al 155 (tamaño comercial de 6”).

> **Nota**: Los designadores métricos y los tamaños comerciales tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales. Véase la sección 300.1(C).

352.22 Número de conductores. El número de conductores no debe exceder al permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 9.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 9.

352.24 Curvas. Cómo se hacen. Las curvas se deben hacer de modo que el conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Las curvas hechas en obra se deben hacer únicamente con equipo para hacer curvas identificado para ese propósito. El radio de la curva hasta la línea central de dichas curvas no debe ser inferior al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 9.

352.26 Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cuerpos de conduit y cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

352.28 Refinamiento. Todos los extremos cortados se deben refinar por dentro y por fuera para eliminar los bordes ásperos.

352.30 Sujeción y soporte. El conduit de PVC se debe instalar como un sistema completo, según la sección 300.18, y se debe fijar de modo que se permita el movimiento debido a la expansión o a las contracciones térmicas. El conduit de PVC se debe fijar firmemente y soportar de acuerdo con las secciones 352.30 (A) y (B), o se permitirá que no tenga soporte de acuerdo con la sección 352.30 (C).

(A) Sujetado y asegurado. El conduit de PVC se debe sujetar y asegurar a una distancia no mayor de 900 mm (3 pies) de cada caja de salida, caja de empalme, caja de dispositivo, cuerpo de conduit u otra terminación de conduit. Se permitirá la instalación de conduit listado para sujeción a una distancia diferente de los 900 mm (3 pies) de acuerdo con su listado.

(B) Soportes. El conduit de PVC se debe soportar de acuerdo con la Tabla 352.30. Se permitirá instalar conduit listado para su fijación con separación diferente a los presentados en la Tabla 352.30 de acuerdo con el listado. Se permitirán tramos horizontales de conduit de PVC soportados en aberturas a través de miembros estructurales, a intervalos no superiores a los de la Tabla 352.30 y asegurados firmemente a una distancia no mayor de 900 mm (3 pies) de los puntos de terminación.

(C) Canalizaciones sin soporte. Cuando no se encuentran discos removibles con exceso de diámetro, concéntricos o excéntricos, se permitirá que el conduit de PVC no tenga soporte si la canalización no tiene más de 450 mm (18 pulgadas) y permanece en longitudes continuas (sin acoples). Tales canalizaciones deben terminar en una caja de salida, caja de empalme, caja de dispositivos, gabinete u otra terminación en cada extremo de la canalización.

Tabla 352.30. Soportes para conduit rígido de cloruro de polivinilo (PVC)

Tamaño del conduit		Separación máxima entre los soportes	
Designador métrico	Tamaño comercial (pulgadas)	mm o m	pie
16 - 27	½ - 1	900 mm	3
35 - 53	1 ¼ - 2	1.5 m	5
63 - 78	2 ½ - 3	1.8 m	6
91 - 129	3 ½ - 5	2.1 m	7
155	6	2.5 m	8

352.44 Accesorios de expansión. Se deben suministrar accesorios de expansión para el conduit de PVC para compensar la expansión y la contracción térmicas donde el cambio de longitud, de acuerdo

con la Tabla 352.44, se espera que sea de 6 mm (1/4 de pulgada) o más en un tramo recto entre elementos firmemente montados como cajas, gabinetes, codos y otras terminaciones de conduit.

Tabla 352.44. Características de expansión del conduit rígido no metálico de PVC con un coeficiente de expansión térmica = 6.084 x 10-5 mm/mm/º C (3.38 x 10-5 pulgada/pulgada/° F)

Cambio de temperatura (º C)	Cambio de longitud del conduit de PVC (mm/m)	Cambio de temperatura (º F)	Cambio de longitud del conduit de PVC (pulgadas/100 pies)	Cambio de temperatura (º F)	Cambio de longitud del conduit de PVC (pulgadas/100 pies)
5	0.3	5	0.20	105	4.26
10	0.61	10	0.41	110	4.46
15	0.91	15	0.61	115	4.66
20	1.22	20	0.81	120	4.87
25	1.52	25	1.01	125	5.07
30	1.83	30	1.22	130	5.27
35	2.13	35	1.42	135	5.48
40	2.43	40	1.62	140	5.68
45	2.74	45	1.83	145	5.88
50	3.04	50	2.03	150	6.08
55	3.35	55	2.23	155	6.29
60	3.65	60	2.43	160	6.49
65	3.95	65	2.64	165	6.69
70	4.26	70	2.84	170	6.90
75	4.56	75	3.04	175	7.10
80	4.87	80	3.24	180	7.30
85	5.17	85	3.45	185	7.50
90	5.48	90	3.65	190	7.71
95	5.78	95	3.85	195	7.91
100	6.08	100	4.06	200	8.11

352.46 Adaptadors. Cuando un conduit entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un adaptadors o adaptador que proteja el cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, accesorio o envolvente ofrezca una protección equivalente.

Nota: Véase la sección 300.4 (G) con respecto a la protección de los conductores de calibre 4 AWG y más grandes en los adaptadors.

352.48 Uniones. Todas las uniones entre los tramos del conduit, y entre el conduit y los acoples, accesorios y cajas se deben hacer con un método aprobado.

352.56 Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con la sección 300.15.

352.60 Puesta a tierra. Cuando se exige puesta a tierra del equipo, se debe instalar en el conduit un conductor independiente de puesta a tierra del equipo.

> *Excepción No. 1: Tal como se permite en la sección 250.134(B), Excepción No. 2, para circuitos de c.c., y en la sección 250.134(B), Excepción No. 1, para conductores de puesta a tierra del equipo tendidos separadamente.*
>
> *Excepción No. 2: Cuando el conductor puesto a tierra se usa para poner a tierra el equipo, tal como se permite en la sección 250.142.*

III. Especificaciones de construcción

352.100 Construcción. El conduit de PVC debe estar fabricado con cloruro de polivinilo (PVC), rígido (no plastificado).

El conduit de PVC y los accesorios deben estar compuestos por material no metálico adecuado, resistente a la humedad y a las atmósferas químicas. Para uso sobre el suelo, también debe ser resistente a la llama, el impacto y la compresión, resistente a la distorsión por calor en condiciones que probablemente se encuentren en servicio, y resistente a los efectos de la baja temperatura y de la luz solar. Para uso subterráneo, el material debe tener resistencia aceptable a la humedad y a los agentes corrosivos, y debe tener resistencia suficiente para soportar el abuso, por ejemplo por impacto y compresión, durante su manipulación e instalación. Cuando está previsto para enterramiento directo, sin encerramiento de concreto, el material también debe resistir la carga permanente que probablemente se encuentre después de la instalación.

352.120 Marcado. Cada tramo de conduit de PVC se debe marcar de manera clara y duradera, por lo menos cada 3 m (10 pies), tal como se exige en la primera frase de la sección 110.21. El tipo de material también se debe incluir en la marca, a menos que se pueda identificar visualmente. En conduit reconocido para su uso sobre el suelo, estas marcas deben ser permanentes. En conduit limitado para uso subterráneo exclusivamente, estas marcas deben tener duración suficiente para permanecer legibles hasta que se instale el material. Se permitirá que el conduit tenga marcas superficiales para indicar características especiales del material.

ARTÍCULO 353
Conduit de polietileno de alta densidad tipo HDPE *(High Density Polyethylene Conduit)*

I. Generalidades

353.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para el conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) y los accesorios asociados.

> **Nota**: Consulte el Artículo 352 para el conduit rígido de cloruro de polivinilo tipo PVC, y el Artículo 355 para el conduit de resina termofija reforzada tipo RTRC.

353.2 Definición.

Conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) (High Density Polyethylene (HDPE) Conduit). Canalización no metálica de sección transversal circular, con acoples, conectores y accesorios asociados o integrales para la instalación de conductores eléctricos.

353.6 Requisitos de listado. El conduit de polietileno de alta densidad HDPE y los accesorios asociados deben ser listados.

II. Instalación

353.10 Usos permitidos. Se permitirá el uso del conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) en las siguientes condiciones:

(1) En tramos discontinuos o continuos de un carrete.

(2) En lugares sometidos a influencias corrosivas fuertes, tal como se trata en la sección 300.6, y donde esté sujeto a sustancias químicas para las cuales el conduit está listado.

(3) En relleno de escoria.

(4) En instalaciones de enterramiento directo en la tierra o en concreto.

> **Nota para (4)**: Consulte las secciones 300.5 y 300.50 con relación a las instalaciones subterráneas.

(5) Por encima del suelo, excepto lo que prohíbe la sección 353.12, cuando está encerrado en no menos de 50 mm (2 pulgadas) de concreto.

353.12 Usos no permitidos. El conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) no se debe usar bajo las siguientes condiciones:

(1) Cuando está expuesto.

(2) Dentro de un edificio.

(3) En cualquier lugar (clasificado como) peligroso, excepto como se permita en otros artículos de este Código.

(4) Cuando está sometido a temperaturas ambiente que superen los 50º C (122º F), a menos que esté listado de otro modo.

(5) Para conductores o cables que funcionan a una temperatura superior a la temperatura nominal listada de funcionamiento del conduit de polietileno de alta densidad (HDPE).

Excepción: Se permitirá instalar conductores o cables en el conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) con temperatura nominal superior a la temperatura nominal listada del conduit de polietileno de alta densidad (HDPE), siempre y cuando los conductores no funcionen a una temperatura superior a la temperatura nominal listada del conduit de polietileno de alta densidad (HDPE).

353.20 Tamaño.

(A) Mínimo. No se debe utilizar conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) con designador métrico inferior al 16 (tamaño comercial de 1/2").

(B) Máximo. No se debe utilizar conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) con designador métrico superior al 155 (tamaño comercial de 6”).

Nota: Los designadores métricos y los tamaños comerciales tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales. Véase la sección 300.1 (C).

353.22 Número de conductores. El número de conductores no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 9.
Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 9.

353.24 Curvas. Cómo se hacen. Las curvas se deben hacer de modo que el conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permitirá hacer las curvas manualmente, sin equipo auxiliar. El radio de la curva hasta la línea central de dichas curvas no debe ser inferior al indicado en la Tabla 354.24.

353.26 Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cuerpos de conduit y cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

353.28 Refinamiento. Todos los extremos cortados se deben refinar por dentro y por fuera para eliminar los bordes ásperos.

353.46 Adaptadors. Cuando un conduit entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un adaptadors o adaptador que proteja el cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, accesorio o envolvente ofrezca una protección equivalente.

Nota: Véase la sección 300.4 (G) con respecto a la protección de los conductores de calibre 4 AWG y más grandes en los adaptadors.

353.48 Uniones. Todas las uniones entre los tramos del conduit, y entre el conduit y los acoples, accesorios y cajas se deben hacer con un método aprobado.

> **Nota**: El conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) se puede unir usando fusión por calor, electrofusión o accesorios mecánicos.

353.56 Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con la sección 300.15.

353.60 Puesta a tierra. Cuando se exige puesta a tierra del equipo, se debe instalar en el conduit un conductor independiente de puesta a tierra del equipo.

> *Excepción No. 1: Se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipo se instale independientemente del conduit, cuando se usa para la puesta a tierra de circuitos de c.c., de acuerdo con la sección 250.134, Excepción No. 2.*
>
> *Excepción No. 2: No se exigirá conductor de puesta a tierra del equipo, cuando el conductor puesto a tierra se usa para poner a tierra el equipo, como lo permite la sección 250.142*.

III. Especificaciones de construcción

353.100 Construcción. El conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) debe estar fabricado con polietileno de alta densidad resistente a la humedad y a las atmósferas químicas. El material debe ser resistente a la humedad y a los agentes corrosivos, y debe tener resistencia suficiente para soportar el abuso, por ejemplo, por impacto y compresión, durante su manipulación e instalación. Cuando está previsto para enterramiento directo, sin encerramiento de concreto, el material también debe resistir la carga permanente que probablemente se encuentre después de la instalación.

353.120 Marcado. Cada tramo de conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) se debe marcar de manera clara y duradera, por lo menos cada 3 m (10 pies), tal como se exige en la sección 110.21. El tipo de material también se debe incluir en la marca.

ARTÍCULO 354
Conduit subterráneo no metálico con conductores tipo NUCC *(Nonmetallic Underground Conduit with Conductors)*

I. Generalidades

354.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para el conduit subterráneo no metálico con conductores NUCC.

354.2 Definición.

Conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) *(Nonmetallic Underground Conduit with Conductors (NUCC)*). Ensamble, montado en fábrica, de conductores o cables dentro de un conduit no metálico de sección transversal circular y paredes lisas.

354.6 Requisitos de listado. El conduit subterráneo no metálico con conductores NUCC y los accesorios asociados deben ser listados.

II. Instalación.

354.10 Usos permitidos. Se permitirá el uso de conduits subterráneos no metálicos con conductores (NUCC) y sus accesorios en los siguientes casos:

(1) En instalaciones subterráneas enterradas directamente. (Para los requisitos mínimos de cubierta, véanse las Tablas 300.5 y 300.50, bajo la columna conduit no metálico rígido).

(2) Empotrados o encerrados en concreto.

(3) En rellenos de escoria.

(4) En lugares subterráneos sometidos a condiciones corrosivas fuertes tal como se especifica en la sección 300.6 y sujetos a productos químicos para los que el ensamble esté específicamente aprobado.

(5) Por encima del suelo, excepto lo que prohíbe la sección 354.12, cuando está encerrado en no menos de 50 mm (2 pulgadas) de concreto.

354.12 Usos no permitidos. No se debe utilizar conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC):

(1) En lugares expuestos.

(2) En el interior de los edificios.

> *Excepción: Se permitirá que, cuando sea adecuado, la parte de los conductores o cables del ensamble se prolongue hasta el interior del edificio para las terminaciones, de acuerdo con la sección 300.3.*

(3) En cualquier lugar (clasificado como) peligroso, excepto como se permita en otros artículos de este Código.

354.20 Tamaño

(A) Mínimo. No se debe utilizar conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) de designador métrico inferior al 16 (tamaño comercial de 1/2").

(B) Máximo. No se debe utilizar conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) de designador métrico superior al 103 (tamaño comercial de 4").

> **Nota**: Los designadores métricos y los tamaños comerciales tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales. Véase la sección300.1 (C).

354.22 Número de conductores. El número de conductores o cables no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 9.

354.24 Curvas. Cómo se hacen. Las curvas de los conduit, se deben hacer manualmente, de modo que el conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. El radio de la curva de la línea central de estas curvas no debe ser inferior al presentado en la Tabla 354.24.

354.26 Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre puntos de terminación no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

354.28 Refinamiento. En sus terminaciones, el conduit se debe refinar separándolo de los conductores o cables, utilizando un método aprobado que no dañe el aislamiento o chaqueta de los conductores o cables. Todos los extremos del conduit se deben desbastar por dentro y por fuera para eliminar los bordes ásperos.

Tabla 354.24. Radio de curvatura mínimo para conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC)

Tamaño del conduit		Radio mínimo de curvatura	
Designador métrico	Tamaño comercial	mm	pulgada
16	1/2	250	10
21	3/4	300	12
27	1	350	14
35	1 ¼	450	18
41	1 ½	500	20
53	2	650	26
63	2 ½	900	36
78	3	1200	48
103	4	1500	60

354.46 Adaptadors. Cuando un conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un adaptadors o adaptador que proteja el conductor o cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, accesorio o envolvente ofrezca una protección equivalente.

Nota: Véase la sección 300.4 (G) con respecto a la protección de los conductores de calibre 4 AWG y más grandes en los adaptadors.

354.48 Uniones. Todas las uniones entre conduit, accesorios y cajas se deben hacer con un método aprobado.

354.50 Terminaciones de los conductores. Todas las terminaciones entre los conductores o cables y los equipos se deben hacer por un método aprobado para ese tipo de conductor o cable.

354.56 Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer en las cajas de empalmes u otros envolventes.

354.60 Puesta a tierra. Cuando se exige puesta a tierra del equipo, se debe usar un conjunto que contenga un conductor independiente de puesta a tierra del equipo.

III. Especificaciones de construcción

354.100 Construcción.

(A) Generalidades. El conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) es un ensamble que se suministra en longitudes continuas en un carrete, rollo o caja de cartón.

(B) Conduit subterráneo no metálico. El conduit subterráneo no metálico debe estar listado y compuesto de un material resistente a la humedad y a los agentes corrosivos. También debe ser apto para ser suministrado en rollos sin que se dañe o deforme y debe tener la resistencia suficiente para soportar el abuso, por ejemplo por impacto o compresión, durante su manipulación e instalación, sin que sufran daños el conduit o los conductores.

(C) Conductores y cables. Los conductores y cables utilizados en conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) deben estar listados y cumplir las disposiciones de la sección 310.8(C). Los conductores de diferentes sistemas se deben instalar de acuerdo con la sección 300.3(C).

(D) Ocupación por el conductor. El número máximo de conductores o cables en conduits subterráneos no metálicos con conductores (NUCC) no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación en la Tabla 1, Capítulo 9.

354.120 Marcado. El conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) debe estar marcado de manera clara y duradera por lo menos cada 3.05 m (10 pies), tal como se exige en la sección 110.21. La marca debe incluir también el tipo de conduit.

La identificación de los conductores o cables usados en el ensamble debe ir en una etiqueta unida a cada extremo del conjunto o en los laterales del carrete. Las marcas de los conductores o cables encerrados deben cumplir lo establecido en la sección 310.11.

ARTÍCULO 355
Conduit de resina termofija reforzada tipo RTRC *(Reinforced Thermosetting Resin Conduit)*

I. Generalidades

355.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para el conduit de resina termofija reforzada (RTRC) y los accesorios asociados.

> **Nota**: Consulte el Artículo 352 para el conduit rígido de cloruro de polivinilo tipo PVC y el Artículo 353 para el conduit de polietileno de alta densidad, tipo HDPE.

355.2 Definición. Conduit de resina termofija reforzada (RTRC) *(Reinforced Thermosetting Resin Conduit (RTRC).* Conduit no metálico rígido RNC *(rigid nonmettalic conduit)* de sección transversal circular, con acoples, conectores y accesorios asociados o integrales para la instalación de conductores y cables eléctricos.

355.6 Requisitos de listado. El conduit de resina termofija reforzada RTRC, los codos hechos en fábrica y los accesorios asociados deben ser listados.

II. Instalación

355.10 Usos permitidos. Se permitirá el uso de conduit de resina termofija reforzada RTRC según las secciones 355.10(A) hasta (H).

(A) Oculto. Se permitirá el conduit de resina termofija reforzada RTRC en paredes, pisos y cielos rasos.

(B) Influencias corrosivas. Se permitirá el conduit de resina termofija reforzada RTRC en lugares sometidos a influencias corrosivas fuertes, tal como se estipula en la sección 300.6 y cuando están sometidos a sustancias químicas para las cuales los materiales están específicamente aprobados.

(C) Escoria. Se permitirá el conduit de resina termofija reforzada RTRC en relleno de escoria.

(D) Lugares mojados. Se permitirá el conduit de resina termofija reforzada RTRC en plantas de procesamiento de productos lácteos, lavanderías, fábricas de conservas u otros lugares mojados, y en lugares en los que se laven con frecuencia las paredes, todo el sistema de conduit, incluyendo las cajas y los accesorios usados en él, se deben instalar y equipar de modo que se prevenga que el agua entre en el conduit. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc., deben ser de materiales resistentes a la corrosión o deben estar protegidos por materiales aprobados resistentes a la corrosión.

(E) Lugares secos y húmedos. Se permitirá el uso de conduit de resina termofija reforzada RTRC en lugares secos y húmedos no prohibidos por la sección 355.12.

(F) Expuesto. Se permitirá el conduit de resina termofija reforzada RTRC para instalaciones expuestas, cuando no esté sometido a daño físico, si está identificado para ese uso.

(G) Instalaciones subterráneas. Para instalaciones subterráneas, véanse las secciones 300.5 y 300.50.

(H) Soporte de los cuerpos de conduit. Se permitirá el conduit de resina termofija reforzada RTRC para soportar cuerpos de conduit no metálicos no mayores que el tamaño comercial más grande de una canalización que entra. Estos cuerpos de conduit no deben soportar luminarias u otros equipos, y no deben contener dispositivos diferentes de los de empalme, tal como se permite en las secciones 110.14 (B) y 314.16 (C) (2).

355.12 Usos no permitidos. No se debe usar el conduit de resina termofija reforzada RTRC en las condiciones siguientes:

(A) Lugares (clasificados como) peligrosos.

(1) En cualquier lugar (clasificado como) peligroso, excepto como se permita en otros artículos de este Código.

(2) En lugares de Clase I, División 2, excepto lo que se permite en la sección 501.10 (B) (3).

(B) Soporte para luminarias. Para el soporte de luminarias u otros equipos no descritos en la sección 355.10 (H).

(C) Daño físicos. Cuando está sometido al daño físico, a menos que esté identificado para ese uso.

(D) Temperaturas del ambiente. Cuando está sometido a temperaturas del ambiente que superen los 50º C (122º F), a menos que estén listados de otro modo.

(E) Límites de la temperatura del aislamiento. Para conductores o cables que funcionan a una temperatura superior a la temperatura nominal listada de funcionamiento del conduit de resina termofija reforzada RTRC.

Excepción: Se permitirá instalar conductores o cables en el conduit tipo RTRC con temperatura nominal superior a la temperatura nominal listada de funcionamiento del conduit RTRC, siempre y cuando los conductores no funcionen a una temperatura superior a la temperatura nominal listada del conduit RTRC.

(F) Teatros y lugares similares. En teatros y lugares similares, excepto como se indica en las secciones 518.4 y 520.5.

355.20 Tamaño.

(A) Mínimo. No se debe utilizar conduit de resina termofija reforzada RTRC de designador métrico inferior al 16 (tamaño comercial de 1/2”).

(B) Máximo. No se debe utilizar conduit de resina termofija reforzada RTRC de designador métrico superior al 155 (tamaño comercial de 6”).

Nota: Los designadores métricos y los tamaños comerciales tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales. Véase la sección 300.1 (C).

355.22 Número de conductores. El número de conductores no debe exceder al permitido por el

porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 9. Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 9.

355.24 Curvas. Cómo se hacen. Las curvas se deben hacer de modo que el conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Las curvas hechas en obra se deben hacer únicamente con equipo de hacer curvas identificado para ese propósito. El radio de la curva hasta la línea central de dichas curvas no debe ser inferior al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 9.

355.26 Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cuerpos de conduit y cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

355.28 Refinamiento. Todos los extremos cortados se deben refinar por dentro y por fuera para eliminar los bordes ásperos.

355.30 Sujeción y soporte. El conduit de resina termofija reforzada RTRC se debe instalar como un sistema completo, según la sección 300.18, y se debe sujetar y asegurar en su lugar y soportar según las secciones 355.30 (A) y (B), o se permitirá que no tenga soporte de acuerdo con la sección 355.30 (C).

(A) Sujetado y asegurado. El conduit de resina termofija reforzada RTRC se debe sujetar y asegurar a una distancia no mayor de 900 mm (3 pies) de cada caja de salida, caja de empalme, caja de dispositivo, cuerpo de conduit u otra terminación de conduit. Se permitirá la instalación de conduit listado para sujeción a una distancia diferente de 900 mm (3 pies) de acuerdo con su listado.

(B) Soportes. El conduit de resina termofija reforzada (RTRC) se debe soportar tal como se exige en la Tabla 355.30. Se permitirá instalar conduit listado para soportar con espaciamientos diferentes de los presentados en la Tabla 355.30 de acuerdo con su listado. Se permitirán tramos horizontales de conduit de resina termofija reforzada (RTRC) soportados por aberturas a través de miembros estructurales, a intervalos no superiores a los de la Tabla 355.30 asegurados y sujetados a una distancia no mayor de 900 mm (3 pies) de los puntos de terminación.

Tabla 355.30. Soportes para conduit de resina termofija reforzada (RTRC)

Tamaño del conduit		Separación máxima entre los soportes	
Designador métrico	Tamaño comercial	mm o m	pie
16 - 27	1/2 - 1	900 mm	3
35 - 53	1 ¼ - 2	1.5 m	5
63 - 78	2 ½ - 3	1.8 m	6
91 - 129	3 ½ - 5	2.1 m	7
155	6	2.5 m	8

(C) Canalizaciones sin soporte. Cuando no se encuentran discos removibles con exceso de diámetro, concéntricos o excéntricos, se permitirá que el conduit de resina termofija reforzada RTRC no tenga soporte si la canalización no tiene más de 450 mm (18 pulgadas) y permanece en longitudes continuas (sin acoples). Tales canalizaciones deben terminar en una caja de salida, caja de dispositivos, gabinete u otra terminación en cada extremo de la canalización.

355.44 Accesorios de expansión. Se deben suministrar accesorios de expansión para el conduit de resina termofija reforzada RTRC para compensar la expansión y la contracción térmicas, cuando se espera, de acuerdo con la Tabla 355.44, un cambio de longitud de 6 mm (¼ de pulgada) o más en un tramo recto entre elementos montados seguramente tales como cajas, gabinetes, codos y otras terminaciones de conduit.

Tabla 355.44. Características de expansión del conduit de resina termofija reforzada RTRC con un coeficiente de expansión térmica = 2.7 x 10-5 mm/mm/º C (1.5 x 10-5 pulgada/pulgada/° F)

Cambio de temperatura (° C)	Cambio de longitud del conduit tipo RTRC (mm/m)	Cambio de temperatura (° F)	Cambio de longitud del conduit tipo RTRC (pulgadas/100 pies))	Cambio de temperatura (° F)	Cambio de longitud del conduit tipo RTRC (pulgadas/100 pies))
5	0.14	5	0.09	105	1.89
10	0.27	10	0.18	110	1.98
15	0.41	15	0.27	115	2.07
20	0.54	20	0.36	120	2.16
25	0.68	25	0.45	125	2.25
30	0.81	30	0.54	130	2.34
35	0.95	35	0.63	135	2.43
40	1.08	40	0.72	140	2.52
45	1.22	45	0.81	145	2.61
50	1.35	50	0.90	150	2.70
55	1.49	55	0.99	155	2.79
60	1.62	60	1.08	160	2.88
65	1.76	65	1.17	165	2.97
70	1.89	70	1.26	170	3.06
75	2.03	75	1.35	175	3.15
80	2.16	80	1.44	180	3.24
85	2.30	85	1.53	185	3.33
90	2.43	90	1.62	190	3.42
95	2.57	95	1.71	195	3.51
100	2.70	100	1.80	200	3.60

355.46 Adaptadors. Cuando un conduit entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un adaptadors o adaptador que proteja el cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, accesorio o envolvente ofrezca una protección equivalente.

Nota: Véase la sección 300.4 (G) con respecto a la protección de los conductores de calibre 4 AWG y más grandes en los adaptadors.

355.48 Uniones. Todas las uniones entre los tramos del conduit, y entre el conduit y los acoples, accesorios y cajas se deben hacer con un método aprobado.

355.56 Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con la sección 300.15.

355.60 Puesta a tierra. Cuando se exige puesta a tierra del equipo, se debe instalar en el conduit un conductor independiente de puesta a tierra del equipo.

> *Excepción No. 1: Tal como se permite en la sección 250.134(B), Excepción No. 2, para circuitos de c.c., y en la sección 250.134(B), Excepción No. 1, para conductores de puesta a tierra del equipo tendidos separadamente.*
>
> *Excepción No. 2: Cuando el conductor puesto a tierra se usa para poner a tierra el equipo, tal como se permite en la sección 250.142.*

III. Especificaciones de construcción

355.100 Construcción. El conduit de resina termofija reforzada RTRC y los accesorios deben estar compuestos por material no metálico adecuado, resistente a la humedad y a las atmósferas químicas. Para uso sobre el suelo, también debe ser resistente a la llama, al impacto y a la compresión, resistente a la distorsión por calor en condiciones que probablemente se encuentren en servicio, y resistente a los efectos de la baja temperatura y de la luz solar. Para uso subterráneo, el material debe tener una resistencia aceptable a la humedad y a los agentes corrosivos, y debe tener la resistencia suficiente para soportar el abuso, como por ejemplo por impacto y compresión, durante su manipulación e instalación. Cuando está previsto para enterramiento directo, sin encerramiento de concreto, el material también debe resistir la carga permanente que probablemente se encuentre después de la instalación.

355.120 Marcado. Cada tramo de conduit de resina termofija reforzada (RTRC) se debe marcar de manera clara y duradera, por lo menos cada 3 m (10 pies), tal como se exige en la primera oración de la sección 110.21. El tipo de material también se debe incluir en la marca, a menos que se pueda identificar visualmente. En conduit reconocido para su uso sobre el suelo, estas marcas deben ser permanentes. En conduit limitado para uso subterráneo exclusivamente, estas marcas deben tener la duración suficiente para permanecer legibles hasta que se instale el material. Se permitirá que el conduit tenga marcas superficiales para indicar características especiales del material.

> **Nota**: Ejemplos de estas marcas incluyen, pero no se limitan a: “humo limitado” y “resistente a la luz del sol”.

ARTÍCULO 356
Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos tipo LFNC *(Liquidtight Flexible Nonmetallic Conduit)*

I. Generalidades

356.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para el conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC y los accesorios asociados.

356.2 Definición.

Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (LFNC) *(Liquidtight Flexible Nonmetallic Conduit (LFNC))*. Canalización de sección transversal circular de varios tipos, tal como sigue:

(1) Un núcleo central interior liso y sin costuras, y una cubierta, unidas estrechamente y con una o más capas de refuerzo entre el núcleo y la cubierta, designadas como Tipo LFNC-A.

(2) Una superficie interior lisa con refuerzo integral dentro de la pared del conduit, designada como Tipo LFNC-B.

(3) Una superficie corrugada interna y externa sin refuerzos integrales dentro de la pared del conduit, designada como LFNC-C.

Este conduit (LFNC) es resistente a las llamas, y, con accesorios, está aprobado para la instalación de conductores eléctricos.

> **Nota**: La sigla FNMC es una designación alternativa para LFNC.

356.6 Requisitos de listado. El conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (LFNC) y los accesorios asociados deben ser listados.

II. Instalación

356.10 Usos permitidos. Se permitirá usar conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC, en instalaciones expuestas u ocultas, para los siguientes propósitos:

> **Nota**. El frío extremo puede causar que algunos tipos de conduits no metálicos se vuelvan quebradizos y, por lo tanto, más susceptibles al daño por contacto físico.

(1) Cuando se necesite flexibilidad para la instalación, funcionamiento o mantenimiento.

(2) Cuando se exige proteger los conductores contenidos, de vapores, líquidos o sólidos.

(3) Para instalaciones exteriores, cuando esté listado y marcado como adecuado para ese uso.

(4) Para enterramiento directo, cuando esté listado y marcado para ese uso.

(5) Se permitirá instalar conduit no metálico flexible hermético a los líquidos tipo LFNC-B en tramos de más de 1.8 m (6 pies), cuando se asegura de acuerdo con la sección 356.30.

(6) Como conduit no metálico flexible hermético a los líquidos Tipo LFNC-B en un ensamble precableado fabricado y listado, de conduit con designador métrico del 16 hasta el 27 (tamaños comerciales de ½ pulgada a 1 pulgada).

(7) Para su encerramiento en concreto si está listado para enterramiento directo y se instala de acuerdo con la sección 356.42.

356.12 Usos no permitidos. No se debe usar conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC en los siguientes casos:

(1) Cuando esté expuesto a daños físicos.

(2) Cuando cualquier combinación de temperatura ambiente y la de los conductores exceda aquella para la que está aprobado el conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC.

(3) En tramos más largos de 1.8 m (6 pies), excepto como se permite en la sección 356.10 (5), o donde se apruebe una longitud superior como esencial para un grado necesario de flexibilidad.

(4) Cuando la tensión de funcionamiento de los conductores contenidos es superior a los 600 voltios nominales, excepto lo permitido por la sección 600.32 (A).

(5) En cualquier lugar (clasificado como) peligroso, excepto como se permita en otros artículos de este Código.

356.20 Tamaño.

(A) Mínimo. No se debe utilizar conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC con designador métrico inferior al 16 (tamaño comercial de ½), a menos que esté permitido en la sección 356.20 (A) (1) o (A) (2) para designador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8).

(1) Para encerrar las puntas de los conductores de los motores, tal como se permite en la sección 430.245 (B).

(2) En tramos no superiores a 1.8 m (6 pies), como parte de un ensamble listado para conexiones en derivación a luminarias, tal como se exige en la sección 410.117(C), o para equipo de utilización.

(B) Máximo. No se debe utilizar conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC con designador métrico superior al 103 (tamaño comercial de 4).

> **Nota**: Véase la sección 300.1(C) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Estos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

356.22 Número de conductores. El número de conductores no debe exceder al permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 9.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 9.

356.24 Curvas. **Cómo se hacen**. Las curvas del conduit se deben hacer de modo que el conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permitirá hacer las curvas manualmente, sin equipo auxiliar. El radio de la curva hasta la línea central de cualquier curva no debe ser inferior al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 9, en la columna "otras curvas".

356.26 Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cuerpos de conduit y cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

356.28 Desbaste. Todos los extremos cortados del conduit se deben desbastar por dentro y por fuera para eliminar los bordes ásperos.

356.30 Sujeción y soporte. El conduit no metálico flexible hermético a los líquidos Tipo LFNC-B se debe sujetar y asegurar y soportar de acuerdo con uno de los siguientes:

(1) Cuando se instala en tramos que superen 1.8 m (6 pies), el conduit se debe sujetar y asegurar a intervalos no superiores a 900 mm (3 pies) y a una distancia no mayor de 300 mm (12 pulgadas) a cada lado de cada caja de salida, caja de empalmes, gabinete o accesorio.

(2) No se exigirá asegurar o soportar el conduit si éste está tendido, está instalado en tramos no superiores a 900 mm (3 pies) en terminales en donde se necesita flexibilidad, o cuando está instalado en tramos no superiores a 1.8 m (6 pies), desde una conexión al terminal de una luminaria para derivar conductores hasta luminarias como se permite en la sección 410.117 (C).

(3) Se permitirán tramos horizontales de conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC), soportados en aberturas a través de elementos estructurales, a intervalos no superiores a 900 mm (3 pies) y sujetados y asegurados a una distancia menor de 300 mm (12 pulgadas) de los puntos de terminación.

(4) No se exigirá soportado y sujetado del conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, LFNC-B, cuando se instale en tramos no superiores a 1.8 m (6 pies) desde el último punto donde la canalización está soportado y sujetado, para conexiones dentro de un cielo raso accesible a una(s) luminaria(s) u otros equipos.

356.42 Acoples y conectores. Sólo se deben usar accesorios listados para su uso con conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (LFNC). No se deben utilizar conectores en ángulo en instalaciones con canalizaciones ocultas. Se permiten accesorios rectos para conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC para enterramiento directo o encerramiento en concreto.

356.56 Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con la sección 300.15.

356.60 Puesta a tierra y unión. Cuando se utilice para conectar equipos donde se necesita flexibilidad, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos.

Cuando se instalan o se exigen, los conductores de puesta a tierra del equipo se debe instalar de acuerdo con la sección 250.134(B).

Cuando se instala o se exige un puente de unión del equipo, se debe instalar de acuerdo con la sección

250.102.

III. Especificaciones de construcción.

356.100 Construcción. El conduit LFNC-B como ensamble fabricado precableado se debe suministrar en tramos continuos que se puedan embarcar en un rollo, carrete o caja de cartón sin que se dañe.

356.120 Marcado. El conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC se debe marcar por lo menos cada 600 mm (2 pies), de acuerdo con la sección 110.21. La marca también debe incluir la designación, según la sección 356.2, y el tamaño comercial. El conduit que está previsto para uso en exteriores o de enterramiento directo debe estar marcado. El tipo, calibre y cantidad de conductores usados en los ensambles fabricados precableados se deben identificar por medio de una etiqueta o un rótulo impresos, unidos a cada extremo del conjunto fabricado y en la caja de cartón, el rollo o carrete. Los conductores encerrados se deben marcar de acuerdo con la sección 310.11.

ARTÍCULO 358
Tubería eléctrica metálica tipo EMT *(Electrical Metallic Tubing)*

I. Generalidades

358.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para la tubería eléctrica metálica EMT y los accesorios asociados.

358.2 Definición.

Tubería eléctrica metálica (EMT) (Electrical Metallic Tubing (EMT)). Tubería sin rosca, de pared delgada y sección transversal circular diseñada para la protección física y el enrutamiento de conductores y cables, y para su uso como conductor de puesta a tierra del equipo cuando se instala usando los accesorios adecuados. En general, este tipo de tubería EMT está hecha de acero (ferroso) con revestimientos de protección o de aluminio (no ferroso).

358.6 Requisitos de listado. La tubería eléctrica metálica EMT, los codos hechos en fábrica y los accesorios asociados deben ser listados.

II. Instalación

358.10 Usos permitidos.

(A) Expuestos y ocultos. El uso de tubería eléctrica metálica EMT se permitirá para trabajo tanto expuesto como oculto.

(B) Protección contra la corrosión. Se permitirá instalar la tubería eléctrica metálica EMT ferrosa o no ferrosa, los codos, acoples y accesorios en concreto, en contacto directo con la tierra, o en áreas expuestas a influencias corrosivas fuertes, si están protegidos contra la corrosión y se consideran adecuados para esa condición.

(C) Lugares mojados. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc., deben ser de materiales resistentes a la corrosión o deben estar protegidos por materiales resistentes a la corrosión.

Nota: Para la protección contra la corrosión, véase la sección 300.6.

358.12 Usos no permitidos. No se debe utilizar tubería eléctrica metálica EMT bajo las siguientes condiciones:

(1) Cuando durante la instalación o después de ella pueda verse sometida a daño físico grave.

(2) Cuando esté protegida contra la corrosión únicamente por un esmalte.

(3) En concreto de escoria o relleno de escoria cuando esté sometida a humedad permanente, a menos que esté protegida en todos sus lados por una capa de concreto sin escoria de por lo menos 50 mm (2 pulgadas) de espesor, o a menos que la tubería esté como mínimo a 450 mm (18 pulgadas) bajo el relleno.

(4) En cualquier lugar (clasificado como) peligroso, excepto como se permita en otros artículos de este Código.

(5) Como soporte de luminarias u otros equipos, excepto de cuerpos de conduit no más grandes que la tubería de mayor tamaño comercial.

(6) Cuando sea posible se debe evitar que haya metales distintos en contacto en cualquier parte de la instalación, para eliminar la posibilidad de reacción galvánica.

> *Excepción: Se permitirá utilizar accesorios y envolventes de aluminio con tuberías eléctricas metálicas EMT de acero, cuando no estén sometidas a influencias corrosivas fuertes.*

358.20 Tamaño.

(A) Mínimo. No se debe utilizar tuberías eléctricas metálicas (EMT) con designador métrico inferior al 16 (tamaño comercial de ½).

> *Excepción: Para encerrar las puntas de los conductores de los motores, tal como se permite en la sección 430.245(B).*

(B) Máximo. El tamaño máximo de la tubería EMT debe ser el designador métrico 103 (tamaño comercial de 4).

> **Nota**: Véase la sección 300.1(C) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Estos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

358.22 Número de conductores. El número de conductores no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 9.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 9.

358.24 Curvas. Cómo se hacen. Las curvas se deben hacer de modo que el conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. El radio de la curva de cualquier curva hecha en obra hasta la línea central de la tubería no debe ser inferior al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 9 para dobladoras de un golpe y de zapata completa.

358.26 Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cuerpos de conduit y cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

358.28 Escariado y roscado.

(A) Escariado. Todos los extremos cortados de la tubería eléctrica metálica EMT se deben escariar o darles otro terminado diferente, para eliminar los bordes ásperos.

(B) Roscado. La tubería eléctrica metálica EMT no debe ser roscada.

Excepción: la tubería eléctrica metálica EMT con acoples integrales roscados en fábrica que cumplan las disposiciones de la sección 358.100.

358.30 Sujeción y soporte. Las tuberías eléctricas metálicas EMT se deben instalar como un sistema completo, como se establece en la sección 300.18 y se deben sujetar y asegurar en su lugar y soportarse de acuerdo con las secciones 358.30 (A) y (B), o se permitirá que no tenga soporte, según lo establece la sección 358.30 (C).

(A) Sujetado y asegurado. La tubería eléctrica metálica EMT se debe sujetar y asegurar en su lugar por lo menos cada 3 m (10 pies). Además cada tramo de tubería EMT entre los puntos de terminación se debe sujetar y asegurar a una distancia no mayor de 900 mm (3 pies) de cada caja de salida, caja de empalme, caja de dispositivo, gabinete, cuerpo de conduit u otra terminación de conduit.

Excepción No. 1: Se permitirá incrementar la distancia de sujeción de tramos continuos hasta una distancia de 1.5 m (5 pies), cuando los elementos estructurales no permiten una sujeción fácil dentro de una distancia de 900 mm (3 pies). Excepción No. 2: Para obras ocultas en edificios terminadas o paneles de paredes prefabricados, en donde no es posible asegurar la tubería, se permitirá tender secciones continuas (sin acoples) de tubería eléctrica metálica EMT.

(B) Soportes. Se permitirán tramos horizontales de tubería eléctrica metálica EMT soportadas en aberturas a través de elementos estructurales, a intervalos no superiores a 3 m (10 pies) y sujetas y aseguradas a una distancia no mayor de 900 mm (3 pies) de los puntos de terminación.

(C) Canalizaciones no soportadas. Cuando no se encuentran discos removibles con exceso de diámetro, concéntricos o excéntricos, se permitirá que la tubería eléctrica metálica EMT no tenga soportes si la canalización no tiene más de 450 mm (18 pulgadas) y permanece en longitudes continuas (sin acoples), Tales canalizaciones deben terminar en una caja de salida, caja de dispositivos, gabinete u otra terminación en cada extremo de la canalización.

358.42 Acoples y conectores. Los acoples y conectores utilizados con las tuberías EMT se deben hacer herméticos. Cuando estén enterrados en mampostería o concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando se instalan en lugares mojados, deben cumplir lo establecido en la sección 314.15.

358.56 Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con la sección 300.15.

358.60 Puesta a tierra. Se permitirá la tubería eléctrica metálica EMT como conductor de puesta a tierra del equipo.

III. Especificaciones de construcción

358.100 Construcción. Se permitirán los acoples integrales roscados en fábrica. Cuando se usa una tubería eléctrica metálica EMT con acople integral roscado, las roscas, tanto del tubo como del acople, deben ser elaboradas en fábrica. Las roscas del acople y de la tubería EMT se deben diseñar para prevenir la flexión de la tubería en cualquier parte de la rosca.

358.120 Marcado. La tubería eléctrica metálica EMT debe ir marcada de manera clara y duradera por lo menos cada 3 m (10 pies), como se exige en la primera oración de la sección 110.21.

ARTÍCULO 360
Tubería metálica flexible tipo FMT *(Flexible Metallic Tubing)*

I. Generalidades

360.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para la tubería metálica flexible FMT y los accesorios asociados.

360.2 Definición.

Tubería metálica flexible (FMT) *(Flexible Metallic Tubing (FMT)*). Canalización de sección transversal circular, flexible, metálica y hermética a los líquidos, sin chaqueta no metálica.

360.6 Requisitos de listado. La tubería metálica flexible FMT y los accesorios asociados deben ser listados.

II. Instalación

360.10 Usos permitidos. Se permitirá usar tuberías metálicas flexibles FMT en circuitos ramales:

(1) En lugares secos.

(2) En lugares ocultos.

(3) En lugares accesibles.

(4) Para instalaciones de tensión nominal máxima de 1000 voltios.

360.12 Usos no permitidos. No se deben utilizar tuberías metálicas flexibles FMT:

(1) En fosos de ascensores.

(2) En cuartos baterías de acumuladores.

(3) En lugares (clasificados como) peligrosos a menos que se permitan de alguna manera en otros Artículos de este Código.

(4) Subterráneas enterradas directamente o empotradas en concreto vaciado o agregados.

(5) Si están expuestas a daños físicos; y

(6) En tramos de más de 1.8 m (6 pies).

360.20 Tamaño

(A) Mínimo. No se debe utilizar tubería metálica flexible FMT con designador métrico inferior al 16 (tamaño comercial de 1/2”).

Excepción No. 1: Se permitirá instalar tubería metálica flexible FMT con designador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8”) de acuerdo con las secciones 300.22 (B) y (C).

Excepción No. 2: Se permitirá instalar tubería metálica flexible FMT con designador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8) en tramos no superiores a 1.8 m (6 pies) como parte de un ensamble listado o para luminarias. Véase la Sección 410.117 (C).

(B) Máximo. El calibre máximo de la tubería metálica flexible FMT debe ser el designador métrico 21 (tamaño comercial 3/4”).

Nota: Véase la sección 300.1(C) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Estos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

360.22 Número de conductores.

(A) FMT - Designadores métricos 16 y 21 (tamaños comerciales de 1/2” y 3/4”). El número de conductores en los designadores métricos 16 (tamaño comercial de 1/2”) y 21 (tamaño comercial de 3/4”) no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 9.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 9.

(B) FMT - Designador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8”). El número de conductores en el indicador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8”) no debe exceder el permitido en la Tabla 348.22.

360.24 Curvas

(A) Usos con flexión poco frecuente. Cuando la tubería metálica flexible FMT pueda ser doblada con poca frecuencia en servicio después de la instalación, el radio de las curvas medido en el interior de la curva no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 360.24 (A).

Tabla 360.24 (A). Radios mínimos de curvatura para uso en flexión

Designador métrico	Tamaño comercial	Radios mínimos para uso en flexión	
		mm	pulgada
12	3/8	254.0	10
16	1/2	317.5	12 ½
21	3/4	444.5	17 ½

(B) Curvas fijas. Cuando la tubería metálica flexible FMT se doble para propósitos de instalación y no se necesite doblar o flexionar después de su instalación, los radios de las curvas medidos en el interior de la curva no deben ser inferiores a lo especificado en la Tabla 360.24 (B).

Tabla 360.24 (B). Radios mínimos para curvas fijas

Designador métrico	Tamaño comercial	Radios mínimos para curvas fijas	
		mm	pulgada
12	3/8	88.9	3½
16	1/2	101.6	4
21	3/4	127.0	5

360.40 Cajas y accesorios. Los accesorios deben cerrar eficazmente cualquier abertura en la conexión.

360.56 Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con la sección 300.15.

360.60 Puesta a tierra. Se permitirá el uso de la tubería metálica flexible FMT como conductor de puesta a tierra de equipos, si se instala de acuerdo con la sección 250.118(7).

III. Especificaciones de construcción

360.120 Marcado. La tubería metálica flexible FMT se debe marcar de acuerdo con la sección 110.21.

ARTÍCULO 362
Tubería eléctrica no metálica tipo ENT *(Electrical Nonmetallic Tubing)*

I. Generalidades

362.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para la tubería eléctrica no metálica ENT y los accesorios asociados.

362.2 Definición.

Tubería eléctrica no metálica (ENT) *(Electrical Nonmetallic Tubing (ENT))*. Canalización no metálica, corrugada y plegable, de sección transversal circular, con acoples, conectores y accesorios integrados o asociados, para la instalación de conductores eléctricos. La tubería eléctrica no metálica ENT está hecha de un material resistente a la humedad, a atmósferas químicas y es retardante de la llama. Una canalización plegable es una canalización que se puede doblar con la mano con una fuerza razonable, pero sin ayuda.

362.6 Requisitos de listado. La tubería eléctrica no metálica ENT y los accesorios asociados deben ser listados.

II. Instalación

362.10 Usos permitidos. Para el propósito de este artículo, el primer piso de un edificio debe ser aquel que tenga el 50 por ciento o más del área superficial de la pared exterior a nivel con el suelo terminado o por encima de él. Se permitirá un nivel adicional que sea el primer nivel y no esté diseñado para ser habitado por personas y se use exclusivamente para estacionamiento de vehículos, almacenamiento o usos similares. Se permitirá el uso de tuberías eléctricas no metálicas ENT y sus accesorios en los siguientes casos:

(1) En cualquier edificio que no tenga más de tres pisos sobre el suelo, como sigue:

a. En instalaciones expuestas que no estén prohibidas por la sección 362.12.
b. En instalaciones ocultas dentro de paredes, pisos y cielo rasos.

(2) En cualquier edificio de más de tres pisos sobre el suelo, las tuberías eléctricas no metálicas (ENT) deben estar ocultas en las paredes, pisos y cielo rasos si éstos ofrecen una barrera térmica de un material con un valor nominal del acabado mínima de 15 minutos, tal como se identifica en los ensambles listados con valor nominal de resistencia contra el fuego. Se permitirá usar la barrera térmica nominal del acabado de 15 minutos en paredes, pisos y cielo rasos combustibles o no combustibles.

Excepción para (2): Cuando se instala un(os) sistema(s) de aspersión contra incendio, de acuerdo con la norma NFPA 13-2007, Standard for the Installation of Sprinkler Systems, en todos los pisos, se permitirá el uso de la tubería eléctrica no metálica dentro de paredes, pisos y cielo rasos, expuesta u oculta, en edificios de más de tres pisos sobre el nivel del suelo.

Nota. Se establece una clasificación nominal de los acabados para ensambles

que contengan soportes combustibles (de madera). El valor nominal de un acabado se define como el tiempo en el que la columna o viga de madera experimenta un aumento promedio de temperatura de 121° C (250° F) o una temperatura individual de 163° C (325° F), medida en el plano de la madera más cercano al fuego. El valor nominal de los acabados no está diseñada para representar una clasificación de los cielos rasos de membrana.

(3) En lugares sometidos a influencias corrosivas fuertes tal como se trata en la sección 300.6, y donde están expuestos a productos químicos para los que estén específicamente aprobados esos materiales.

(4) En lugares ocultos, secos y húmedos no prohibidos por la sección 362.12.

(5) Por encima de los cielos rasos suspendidos, cuando estos ofrezcan una barrera térmica del material con un acabado con valor nominal mínimo de 15 minutos, tal como se identifica en las listas de ensambles con valor nominal de resistencia contra el fuego, excepto lo permitido en la sección 362.10 (1) (a).

Excepción para (5): Se permitirá usar tubería eléctrica no metálica ENT sobre cielos rasos suspendidos en edificios de más de tres pisos sobre el suelo, cuando el edificio está protegido por un sistema de aspersión contra incendios, instalado según la norma NFPA 13-2007, Standard for the Installation of Sprinkler Systems.

(6) Encerrado en concreto vaciado, o incrustadas en una losa de concreto sobre el suelo donde la tubería eléctrica no metálica ENT está colocada sobre arena u otro material cernido aprobado, siempre que para las conexiones se utilicen accesorios identificados para ese uso.

(7) En lugares interiores mojados, tal como se permite en esta sección, o en losas de concreto sobre el suelo o debajo de él, con accesorios listados para ese uso.

(8) Con designadores métricos desde el 16 hasta el 27 (tamaños comerciales desde ½ pulgada hasta 1 pulgada), como un ensamble fabricado precableado listado.

Nota. El frío extremo puede hacer que algunos tipos de conduits no metálicos se vuelvan quebradizos y, por lo tanto, más susceptibles al daño por contacto físico.

362.12 Usos no permitidos. No se deben usar las tuberías eléctricas no metálicas ENT en los siguientes casos:

(1) En cualquier lugar (clasificado como) peligroso, excepto como se permita en otros artículos de este Código.

(2) Como soporte de luminarias y otros equipos.

(3) Cuando estén sometidas a temperatura ambiente superior a 50° C (122° F), a menos que estén listadas de otra manera.

(4) Para conductores o cables que funcionan a una temperatura superior a la temperatura nominal listada de la tubería eléctrica no metálica ENT.

Excepción para (4): Se permitirá instalar conductores o cables con temperatura nominal superior a la temperatura nominal de la tubería eléctrica no metálica ENT listada en la tubería ENT siempre y cuando ellos no funcionen a una temperatura superior a la temperatura nominal de la tubería eléctrica no metálica ENT listada.

(5) Para enterramiento directo en la tierra.

(6) Para tensiones superiores a 600 voltios.

(7) En lugares expuestos, excepto lo permitido en las secciones 362.10 (1), 362.10 (5) y 362.10 (7).

(8) En teatros y lugares similares, excepto lo previsto en las secciones 518.4 y 520.5.

(9) Cuando estén expuestas a la luz directa del sol, excepto si están identificadas como resistentes a la luz del sol.

(10) Cuando están sometidas a daño físico.

362.20 Tamaño.

(A) Mínimo. No se debe utilizar tubería eléctrica no metálica ENT inferior al designador métrico 16 (tamaño comercial de 1/2”).

(B) Máximo. No se debe utilizar tubería eléctrica no metálica ENT superior al designador métrico 53 (tamaño comercial de 2”).

Nota: Véase la sección 300.1 (C) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Estos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

362.22 Número de conductores. El número de conductores no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación en la Tabla 1 del Capítulo 9.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes permisibles de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 9.

362.24 Curvas. Cómo se hacen. Las curvas se deben hacer de modo que la tubería no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permitirá hacer las curvas manualmente, sin equipo auxiliar. El radio de la curva hasta la línea central de tales curvas no debe ser inferior al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 9, en la columna “otras curvas”.

362.26 Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cuerpos de conduit y cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

362.28 Refinamiento. Todos los extremos cortados de las tuberías se deben refinar por dentro y por

fuera para eliminar los bordes ásperos.

362.30 Sujeción y soporte. Las tuberías eléctricas no metálicas (ENT) se deben instalar como un sistema completo, como se establece en la sección 300.18 y se deben sujetar y asegurar en su lugar y soportarse de acuerdo con la sección 362.30 (A) y (B).

(A) Sujetada y asegurada. La tubería eléctrica no metálica se debe sujetar y asegurar en intervalos que no superen los 900 mm (3 pies). Además, la tubería eléctrica no metálica ENT se debe sujetar y asegurar a una distancia no mayor de 900 mm (3 pies) de cada caja de salida, caja de empalme, caja de dispositivo, gabinete o herraje donde ella termine.

> *Excepción No. 1: Se permitirán tramos sin asegurar que no superen los 1.8 m (6 pies) desde la conexión terminal de una luminaria para conexiones en derivación hasta las luminarias. Excepción No. 2: Tramos que no superen los 1.8 m (6 pies) desde el último punto de sujeción firme de la canalización para conexiones dentro de un cielo raso accesible hasta la(s) luminaria(s) u otro equipo.*
>
> *Excepción No. 3: Para instalaciones ocultas en edificios terminadas o paneles de paredes prefabricados, en donde no es posible asegurar la tubería, se permitirá tender secciones continuas (sin acoples) de tubería eléctrica no metálica (ENT).*

(B) Soportes. Se permitirán tramos horizontales de tubería eléctrica no metálica ENT soportada en aberturas a través de elementos estructurales, a intervalos no superiores a 900 mm (3 pies) sujetos y asegurados a una distancia no mayor de 900 mm (3 pies) de los puntos de terminación.

362.46 Adaptadors. Cuando una tubería entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un adaptadors o adaptador que proteja el cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, accesorio o envolvente ofrezca una protección equivalente.

> **Nota**: Véase la sección 300.4 (G) con respecto a la protección de los conductores de calibre 4 AWG y más grandes.

362.48 Uniones. Todas las uniones entre tramos de tuberías y entre tuberías y acoples, accesorios y cajas, deben hacerse con un método aprobado.

362.56 Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer de acuerdo con la sección 300.15.

> **Nota**: Véase el Artículo 314 con respecto a las reglas para la instalación y uso de cajas y cuerpos de conduit.

362.60 Puesta a tierra. Cuando se exige la puesta a tierra del equipo, se debe instalar un conductor independiente de puesta a tierra del equipo en la canalización, que cumpla lo establecido en el Artículo 250, Parte VI.

III. Especificaciones de construcción

362.100 Construcción. La tubería eléctrica no metálica (ENT) debe estar hecha de un material que no exceda las características de ignición, inflamabilidad, generación de humo y toxicidad del cloruro de polivinilo rígido (no plastificado).

La tubería eléctrica no metálica (ENT) como ensamble fabricado prealambrado se debe suministrar en tramos continuos que puedan ser transportados en rollos, carretes o cajas de cartón, sin sufrir ningún daño.

362.120 Marcado. Las tuberías eléctricas no metálicas (ENT) deben estar marcadas de manera clara y duradera cada 3 m (10 pies) como mínimo, como se exige en la primera oración de la sección 110.21. En la marca se debe indicar también el tipo de material. Se permitirá la marca de humo limitado en la tubería con características de producción de humo limitada.

El tipo, calibre y cantidad de conductores usados en ensambles fabricados precableados se deben identificar por medio de una etiqueta o un rótulo impresos, unidos a cada extremo del conjunto fabricado y en la caja de cartón, el rollo o carrete. Los conductores encerrados se deben marcar según la sección 310.11.

ARTÍCULO 366
Canales auxiliares

I. Generalidades

366.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción de los canales auxiliares metálicos y de los canales auxiliares no metálicos, así como de los accesorios asociados.

366.2 Definiciones.

Canal auxiliar metálico. Envolvente de lámina metálica usado para complementar los espacios de alambrado en centros de medición, centros de distribución, tableros de distribución y puntos similares de los sistemas de alambrado. El envolvente tiene tapas removibles o con bisagras para albergar y proteger los alambres eléctricos, cables y las barras colectoras. El envolvente está diseñado para conductores que se van a tender o instalar después de que los envolventes se hayan instalado como un sistema completo.

Canal auxiliar no metálico. Envolvente no metálico, retardante de la llama que se utiliza para complementar los espacios de alambrado en centros de medición, centros de distribución, tableros de distribución y puntos similares de los sistemas de alambrado. El envolvente tiene tapas removibles o con bisagras para albergar y proteger los alambres eléctricos, cables y las barras colectoras. El envolvente está diseñado para conductores que se van a tender o instalar después de que los envolventes se hayan instalado como un sistema completo.

366.6 Requisitos de listado.

(A) Exteriores. Los canales auxiliares no metálicos instalados en espacios exteriores deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) Estar listados como adecuados para la exposición a la luz solar.

(2) Estar listados como adecuados para uso en lugares mojados.

(3) Estar listados para la temperatura ambiente máxima dela instalación.

(B) Interiores. Los canales auxiliares no metálicos instalados en espacios interiores deben estar listados para la temperatura ambiente máxima de la instalación.

II. Instalación

366.10 Usos permitidos.

(A) Canales auxiliares de lámina metálica.

(1) Uso interior y exterior. Los canales auxiliares de lámina metálica se permitirán

para uso interior y exterior.

(2) Lugares mojados. Los canales auxiliares de lámina metálica instalados en lugares mojados deben ser adecuados para tales lugares.

(B) Canales auxiliares no metálicos. Los canales auxiliares no metálicos instalados deben estar listados para la temperatura ambiente máxima de la instalación y se deben marcar para la temperatura nominal del aislamiento del conductor instalado.

(1) Exteriores. Se permitirá la instalación de canales auxiliares no metálicos en espacios exteriores si están listados y marcados como adecuados para ese propósito.

Nota. El frío extremo puede causar que los canales auxiliares no metálicos se vuelvan quebradizos y, por lo tanto, más susceptibles al daño por contacto físico.

(2) Interiores. Se permitirá la instalación de canales auxiliares en espacios interiores.

366.12 Usos no permitidos. Los canales auxiliares no se deben usar bajo las siguientes condiciones:

(1) Para encerrar interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente, electrodomésticos ni otros equipos similares.

(2) Para extenderse en una distancia superior a 9 m (30 pies) más allá del equipo al que complementa.

Excepción: tal como lo permite la sección 620.35 para elevadores, se permitirá que un canal auxiliar se extienda en una distancia superior a 9 m (30 pies) más allá del equipo al que complementa.

Nota: Para canalizaciones, véanse los Artículos 376 y 378. Para barras canalizadas (busway), véase el Artículo 368.

366.22 Número de conductores.

(A) Canales auxiliares de lámina metálica. La suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores contenidos en cualquier sección transversal de un canal auxiliar de lámina metálica, no debe exceder el 20% del área de la sección transversal interior de un canal auxiliar de lámina metálica.

Los factores de corrección especificados en la sección 310.15(B)(2)(a) se deben aplicar únicamente cuando el número de conductores portadores de corriente, incluyendo los conductores del neutro clasificados como portadores de corriente de acuerdo con las disposiciones de la sección 310.15(B)(4) es superior a 30. Los conductores para circuitos de señalización o los conductores del controlador entre un motor y su arrancador y que son usados sólo para el trabajo de arranque no se deben considerar conductores portadores de corriente.

(B) Canales auxiliares no metálicos. La suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores contenidos en cualquier sección transversal del canal auxiliar no metálico no debe exceder el 20% del área de la sección transversal interior del canal auxiliar no metálico.

366.23 Ampacidad de los conductores.

(A) Canales auxiliares de lámina metálica. Cuando el número de conductores portadores de corriente contenidos en un canal auxiliar de lámina metálica sea de 30 o menos, no se deben aplicar los factores de ajuste especificados en la sección 310.15 (B) (2) (a). La corriente conducida continuamente por las barras de cobre desnudas en canales auxiliares de lámina metálica, no debe exceder los 1.55 amperios/mm^2 (1 000 amperios/pulgada^2) de la sección transversal del conductor.

Para barras de aluminio, la corriente conducida continuamente no debe exceder los 1.09 amperios/mm^2 (700 amperios/pulgada^2) de la sección transversal del conductor.

(B) Canales auxiliares no metálicos. Los factores de corrección especificados en la sección 310.15 (B) (2) (a) deben ser aplicables a los conductores portadores de corriente en un canal auxiliar no metálico.

366.30 Sujeción y soporte.

(A) Canales auxiliares de lámina metálica. Los canales auxiliares de lámina metálica deben estar soportados en toda su longitud a intervalos no superiores a 1.5 m (5 pies).

(B) Canales auxiliares no metálicos. Los canales auxiliares no metálicos deben estar soportados a intervalos no superiores a 900 mm (3 pies) y en cada extremo o unión, a no ser que estén listados para otros intervalos de soporte. En ningún caso la distancia entre los soportes debe ser superior a 3 m (10 pies).

366.44 Accesorios de expansión. Se deben instalar accesorios de expansión cuando el cambio esperado de la longitud por la dilatación y contracción debidas al cambio de temperatura sea superior a 6 mm (0.25 pulgadas).

366.56 Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben cumplir lo establecido en las secciones 366.56 (A) hasta (D).

(A) Dentro de los canales. Se permitirán empalmes y derivaciones dentro de los canales si son accesibles por medio de cubiertas removibles o puertas. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75 % del área del canal.

(B) Conductores desnudos. Las derivaciones desde conductores desnudos deben salir del canal frente a sus terminales de conexión, y los conductores no se deben poner en contacto con partes portadoras de corriente no aisladas de distinto potencial.

(C) Identificación adecuada. Todas las derivaciones deben estar identificadas adecuadamente en el canal, en cuanto a los circuitos o equipos a los que alimentan.

(D) Protección contra sobrecorriente. Las conexiones en derivación desde conductores en canales auxiliares, deben tener protección contra sobrecorriente tal como se exige en la sección 240.21.

366.58 Conductores aislados.

(A) Conductores aislados doblados. Cuando los conductores aislados se doblen dentro de un canal auxiliar, ya sea en sus extremos o en donde los conduit, accesorios u otras canalizaciones o cables entren o salgan del canal o en donde la dirección del canal varíe más de 30°, se deben aplicar las dimensiones que corresponden a un cable por cada terminal establecidas en la tabla 312.6 (A)

(B) Canales auxiliares usados como cajas de paso. Cuando los conductores aislados del 4 AWG o más grandes se jalen a través de un canal auxiliar, la distancia entre las entradas de la canalización y del cable que encierran el mismo conductor no debe ser inferior a la exigida en la sección 314.28(A)(1) para tramos rectos y en la sección 314.28 (A) (2) para tramos en ángulo.

366.60 Puesta a tierra. Los canales auxiliares metálicos se deben conectar a uno o varios conductores de puesta a tierra de equipos, a un puente de unión de equipos o a un conductor puesto a tierra, según lo exija o lo permita la sección 250.92 (B) (1) o la sección 250.142.

III. Especificaciones de construcción.

366.100 Construcción.

(A) Continuidad eléctrica y mecánica. Los canales deben estar construidos e instalados de modo que se asegure la adecuada continuidad eléctrica y mecánica de todo el sistema.

(B) Construcción sólida. Los canales deben estar construidos sólidamente y deben ofrecer un envolvente completo a los conductores contenidos en ellos. Todas las superficies, tanto internas como externas, deben estar adecuadamente protegidas contra la corrosión. Las uniones de las esquinas deben ser herméticas y, cuando el conjunto se sujete mediante pernos, tornillos o remaches, dichos elementos deben estar separados a una distancia no superior a 300 mm (12 pulgadas).

(C) Bordes lisos y redondeados. Se deben instalar adaptadors, blindajes o accesorios adecuados con bordes lisos y redondeados cuando los conductores pasen entre canales, a través de divisiones, alrededor de curvas, entre canales y gabinetes o canales y cajas de empalme y en otros lugares donde sea necesario para evitar la abrasión del aislamiento de los conductores.

(D) Cubiertas. Las cubiertas deben estar fijas firmemente a los canales.

(E) Separación de las partes vivas desnudas. Los conductores desnudos se deben soportar sujetados rígidamente, de modo que la separación mínima entre las partes metálicas desnudas portadoras de corriente, de diferente potencial, montadas sobre la misma superficie no sea inferior a 50 mm (2 pulgadas), ni inferior a 25 mm (1 pulgada) si esas partes están sostenidas libres en el aire. Entre cualquier parte metálica desnuda portadora de corriente y cualquier superficie metálica debe haber una separación no inferior a 25 mm (1 pulgada). Se deben hacer las previsiones adecuadas para la dilatación y contracción de las barras colectoras.

366.120 Marcado.

(A) Exteriores. Los canales auxiliares no metálicos instalados en espacios exteriores deben tener las siguientes marcas:

(1) Adecuados para su exposición a la luz del sol.

(2) Adecuados para su uso en lugares mojados.

(3) Temperatura nominal del aislamiento del conductor instalado.

(B) Interiores. Los canales auxiliares no metálicos instalados en espacios interiores deben tener las siguientes marcas:

(1) Temperatura nominal del aislamiento del conductor instalado.

ARTÍCULO 368
Barras canalizadas

I. Requisitos generales

368.1 Alcance. Este Artículo trata de las barras canalizadas de la entrada de la acometida, de los alimentadores y de los circuitos ramales, y los accesorios asociados.

368.2 Definición.

Barra canalizada. Estructura cubierta o envoltura metálica puesta a tierra que contiene conductores desnudos o aislados montados en fábrica, que generalmente suelen ser barras, varillas o tubos de cobre o de aluminio.

> **Nota**. En relación con el ensamble de cables con aislamiento en envolvente, véase el Artículo 370.

II. Instalación

368.10 Usos permitidos. Se permitirá instalar barras canalizadas si están localizadas de acuerdo con la sección 368.10 (A) hasta (C).

(A) Expuestos. Se permitirán las barras canalizadas instaladas en lugares abiertos y visibles, excepto lo permitido en la sección 368.10 (C).

(B) Ocultas. Se permitirá la instalación de barras canalizadas detrás de paneles de acceso, siempre y cuando dichas barras canalizadas estén totalmente encerradas, su construcción sea del tipo sin ventilación, y estén instaladas de manera que las uniones entre las secciones y en los accesorios sean accesibles para propósitos de mantenimiento. Cuando están instaladas detrás de paneles de acceso, se deben proporcionar medios de acceso, y se debe cumplir una de las siguientes condiciones:

(1) El espacio detrás de los paneles de acceso no se debe usar para propósitos de ventilación.

(2) Cuando el espacio detrás de los paneles de acceso se utilice para ventilación, diferente de ductos y cámaras de aire, no debe haber conexiones de enchufar y los conductores deben estar aislados.

(C) A través de paredes y pisos. Se permitirá la instalación de barras canalizadas a través de paredes o pisos de acuerdo con las secciones (C) (1) y (C) (2).

(1) Paredes. Se permitirá pasar tramos continuos de barras canalizadas a través de paredes secas.

(2) Pisos. Las penetraciones en el piso deben cumplir con (a) y (b).

(a) Se permitirá extender verticalmente barras canalizadas a través

de pisos secos si están totalmente encerradas (sin ventilar) cuando pasan a través y por una distancia mínima de 1.8 m (6 pies) sobre el piso, para que queden debidamente protegidas contra daños físicos.

(b) En instalaciones diferentes de las industriales, en donde un tramo vertical penetra dos o más pisos secos, se debe colocar un reborde de mínimo 100 mm (4 pulgadas) de alto alrededor de todas las aberturas del piso para impedir el ingreso de líquidos a las secciones verticales de las barras canalizadas. El reborde se debe instalar a una distancia no mayor de 300 mm (12 pulgadas) de la abertura del piso. El equipo eléctrico se debe localizar de manera que no sufra daño por los líquidos que quedan retenidos por el reborde.

Nota: Véase la sección 300.21, para información concerniente a la propagación del fuego o de los productos de la combustión.

368.12 Usos no permitidos.

(A) Daño físico. No se deben instalar barras canalizadas donde estén expuestas a daños físicos graves o a vapores corrosivos.

(B) Fosos de ascensores. No se deben instalar barras canalizadas en fosos de ascensores.

(C) Lugares peligrosos. No se deben instalar barras canalizadas en cualquier lugar (clasificado como) peligroso a menos que estén aprobadas específicamente para ese uso.

Nota: Véase la sección 501.10 (B).

(D) Lugares mojados. No se deben instalar barras canalizadas en espacios exteriores ni en lugares húmedos o mojados, a menos que estén identificadas para ese uso.

(E) Plataforma de trabajo. Las barras canalizadas para alumbrado y para troles no se deben instalar a menos de 2.5 m (8 pies) sobre el piso o la plataforma de trabajo, a no ser que estén dotadas con una cubierta identificada para ese fin.

368.17 Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente se debe proporcionar de acuerdo con las secciones 368.17 (A) hasta (D).

(A) Valor nominal de protección contra sobrecorriente-Alimentadores. Las barras canalizadas (Busway) deben estar protegidas contra sobrecorrientes, de acuerdo con la corriente nominal permisible de las barras canalizadas.

Excepción No. 1: Se permitirán las disposiciones aplicables de la sección 240.4.

Excepción No.2: Cuando se usan como enlaces del secundario del transformador, se permitirán las disposiciones de la sección 450.6 (A) (3).

(B) Reducción de la ampacidad de barras canalizadas. Se exigirá protección contra sobrecorriente cuando se reduzca la ampacidad de las barras canalizadas.

Excepción: Sólo en establecimientos industriales se permitirá suprimir la protección

contra sobrecorriente en los puntos en los que las barras canalizadas tengan una reducción de ampacidad, siempre y cuando la longitud de las barras canalizadas con menor ampacidad no exceda los 15 m (50 pies) y esa ampacidad sea como mínimo igual a la tercera parte del valor nominal o ajuste del dispositivo de sobrecorriente inmediatamente anterior en la línea y si además dicha barra canalizada no está en contacto con material combustible.

(C) Alimentadores o circuitos ramales. Cuando se utilicen barras canalizadas como alimentador, los dispositivos o conexiones enchufables para las derivaciones del alimentador o circuitos ramales desde las barras canalizadas, deben contener los dispositivos de sobrecorriente exigidos para la protección del alimentador o del circuito ramal. El dispositivo enchufable debe constar de un interruptor automático o un interruptor con fusibles que se pueda accionar desde el exterior. Cuando estos dispositivos se monten fuera de alcance, y contengan medios de desconexión, se deben instalar medios adecuados como cuerdas, cadenas o pértigas que permitan accionar el medio de desconexión desde el piso.

Excepción No. 1: Lo que se permite en la sección 240.21.

Excepción No.2: En luminarias fijas o semifijas, cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito ramal forme parte de la clavija del cordón de la luminaria, en las luminarias conectadas con cordón.

Excepción No.3: Cuando las luminarias sin cordón estén conectadas directamente a la barra canalizada y el dispositivo de sobrecorriente esté montado en la luminaria.

(D) Valor nominal de protección contra sobrecorriente-Circuitos ramales. Barras canalizadas usadas como circuito ramal se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con la sección 210.20.

368.30 Soportes. Las barras canalizadas se deben soportar y asegurar a intervalos no superiores a 1.5 m (5 pies), a no ser que estén diseñadas y marcadas para otras distancias.

368.56 Circuitos ramales desde barras canalizadas. Se permitirá instalar circuitos ramales desde barras canalizadas de acuerdo con las secciones 368.56 (A), (B) y (C).

(A) Generalidades. Se permitirá que los circuitos ramales desde barras canalizadas *(Busway)* usen cualquiera de los siguientes métodos de alambrado:

(1) Cable armado tipo AC.

(2) Cable blindado MC.

(3) Cable con forro metálico y aislamiento mineral MI.

(4) Conduit metálico intermedio IMC.

(5) Conduit metálico rígido RMC.

(6) Conduit metálico flexible FMC.

(7) Conduit metálico flexible hermético a los líquidos LFMC.

(8) Conduit rígido de cloruro de polivinilo PVC.

(9) Conduit de resina termofija reforzada RTRC.

(10) Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC.

(11) Tubería eléctrica metálica EMT.

(12) Tubería eléctrica no metálica ENT.

(13) Barras.

(14) Canalizaciones tipo mástil.

(15) Canalizaciones metálicas superficiales.

(16) Canalizaciones no metálicas superficiales.

Cuando se usa un conductor de puesta a tierra de equipos independientes, la conexión del conductor de puesta a tierra de equipos a las barras canalizadas debe cumplir lo especificado en las secciones 250.8 y 250.12.

(B) Ensambles de cordón y cable. Se permitirá usar ensambles de cordón y cable adecuados y aprobados para trabajo pesado o extrapesado y de cables de bajada listados, como ramales desde barras canalizadas para la conexión de equipo portátil o para la conexión de equipo fijo para facilitar su reemplazo, de acuerdo con las secciones 400.7 y 400.8 y con las siguientes condiciones:

(1) El cordón o cable debe estar unido al edificio por medios aprobados.

(2) La longitud del cordón o cable desde un dispositivo de conexión enchufable de las barras canalizadas *(Busway)* hasta un dispositivo adecuado de soporte y de toma de tensión, no debe exceder los 1.8 m (6 pies).

(3) El cordón o cable se debe instalar como un tramo vertical desde el dispositivo de soporte y de toma de tensión hasta el equipo alimentado.

(4) En las terminaciones del cordón o cable, tanto en el dispositivo de conexión enchufable de las barras canalizadas *(Busway)* como en el equipo, se deben instalar abrazaderas para aliviar la tensión mecánica sobre el cable.

Excepción para (B) (2): Sólo en instalaciones industriales, si las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que únicamente atienden la instalación personas calificadas, se permitirá utilizar tramos de más de 1.8 m (6 pies) entre el dispositivo de conexión enchufable de las barras canalizadas (Busway) y el dispositivo de soporte y de toma de tensión, si el

cordón o cable está soportado a intervalos no superiores a 2.5 m (8 pies).

(C) Circuitos ramales de barras canalizadas tipo mástil o tubo. Se permitirá usar ensambles adecuados de cordones y cables aprobados para trabajo pesado o extrapesado y de cables de bajada listados, como ramales desde barras canalizadas tipo mástil o tubo para la conexión de equipos móviles, de acuerdo con las secciones 400.7 y 400.8.

368.58 Extremos muertos. Los extremos muertos de las barras canalizadas deben estar cerrados.

368.60 Puesta a tierra. Las barras canalizadas se deben conectar a uno o varios conductores de puesta a tierra de equipos, a un puente de unión de equipos o a un conductor puesto a tierra cuando así lo exija o lo permita la sección 250.92 (B) (1) o la sección 250.142.

III. Construcción

368.120 Marcado. Las barras canalizadas deben estar marcadas con la corriente y tensión nominales para las que están diseñadas, y con el nombre del fabricante o marca comercial, de manera que queden visibles después de su instalación.

IV. Requisitos para tensiones superiores a 600 voltios nominales

368.214 Estructuras adyacentes y de soporte. Las barras canalizadas *(Busway)* con cubierta o envoltura metálica se deben instalar de modo que el aumento de temperatura, producido por corrientes circulantes inducidas en cualquier elemento metálico adyacente, no sea peligroso para las personas ni constituya un peligro de incendio.

368.234 Barreras y sellos.

(A) Sellos de vapor. Los tramos de barras canalizadas con secciones localizadas en el interior y en el exterior de un edificio, deben llevar en la pared del edificio un sello de vapor que impida el intercambio de aire entre las secciones del interior y del exterior.

Excepción: No se exigirán sellos de vapor en barras conductoras con enfriamiento forzado.

(B) Barreras cortafuegos. Deben instalarse barreras cortafuegos cuando se penetren paredes, pisos o cielos rasos.

Nota. Véase la sección 300.21, para información concerniente a la propagación del fuego o de los productos de la combustión.

368.236 Facilidades para drenaje. Se deben instalar tapones de drenaje, filtros de drenaje o métodos similares adecuados para eliminar, desde las partes bajas de un tramo de las barras canalizadas *(Busway),* la humedad que se condense.

368.237 Envolventes ventilados para barras conductoras (Busway). Las cubiertas o

envolturas metálicas ventiladas para barras canalizadas *(Busway)* se deben instalar de acuerdo con el Artículo 110 Parte III, y la sección 490.24.

368.238 Terminaciones y conexiones. Cuando las cubiertas o envolturas metálicas de barras canalizadas *(Busway)* terminen en máquinas enfriadas por gases inflamables, se deben instalar adaptadors sellantes, deflectores u otros medios que eviten la acumulación de gases inflamables dentro de las cubiertas o envolturas metálicas de las barras canalizadas.
Todos los herrajes de terminación y conexión de los conductores deben ser accesibles para su instalación, conexión y mantenimiento.

368.239 Interruptores. Los dispositivos de interrupción o eslabones de desconexión instalados en una trayectoria de barras canalizadas deben tener el mismo valor de corriente nominal instantánea que las barras canalizadas. Los eslabones de desconexión deben estar marcados claramente para especificar que sólo se puedan quitar cuando las barras conductoras estén desenergizadas. Los dispositivos de interrupción que no sean de desconexión con carga deben estar enclavados para evitar su operación bajo carga y los envolventes de los eslabones de desconexión deben estar enclavados para evitar el acceso a partes energizadas.

368.240 Instalaciones de 600 voltios nominales o menos. Los dispositivos de control y el alambrado del secundario que se suministren como parte de tramos de barras conductoras con envolvente metálico, se deben aislar de todos los elementos del circuito del primario mediante barreras retardantes del fuego, exceptuando los tramos cortos de alambre, tales como los terminales de los transformadores para instrumentos.

368.244 Accesorios de expansión. Se deben instalar conexiones flexibles o de expansión en tramos largos y rectos de las barras conductoras, para permitir la expansión o la contracción debida a la temperatura, o cuando el tendido de barras canalizadas crucen las juntas del aislamiento contra la vibración del edificio.

368.258 Conductor del neutro. La barra conductora del neutro, cuando se requiere, se debe dimensionar para que transporte toda la corriente de carga del neutro, incluidas las corrientes armónicas, y debe tener un valor nominal de corriente momentánea y de cortocircuito consistente con los requisitos del sistema.

368.260 Puesta a tierra. Las barras canalizadas con envolvente metálico deben ser puestas a tierra.

368.320 Marcado. Cada tramo de barras canalizadas debe tener una placa permanente de identificación que contenga la siguiente información:

(1) Tensión nominal.

(2) Corriente nominal continua; si las barras conductoras son enfriadas por ventilación forzada, se deben indicar las dos, tanto el valor nominal con ventilación forzada normal, como el valor nominal de autoenfriamiento (sin enfriamiento forzado) para el mismo incremento de temperatura.

(3) Frecuencia nominal.

(4) Tensión nominal de impulso no disruptivo.

(5) Tensión nominal no disruptiva a 60 Hz (en seco).

(6) Corriente nominal momentánea.

(7) Nombre del fabricante o la marca comercial.

Nota. Véase el documento *Guide for Metal-Enclosed Bus and Calculating Losses in Isolated-Phase Bus. ANSI C37.23-1987 (R 1991)* para los requisitos de construcción y ensayo de las barras conductoras con encerramientos metálicos.

ARTÍCULO 370
Cablebus

370.1 Alcance. Este artículo trata del uso y la instalación de ensamble de cables de cablebus encerrados y los accesorios asociados.

370.2 Definición.

Cablebus. Ensamble de conductores aislados con accesorios y terminaciones de conductores, dentro de una caja metálica protectora, totalmente cerrada y ventilada. El cablebus se suele montar en su punto de instalación a partir de componentes suministrados o especificados por el fabricante y de acuerdo con las instrucciones para cada trabajo específico. Este ensamble está diseñado para transportar una corriente de falla y para soportar las fuerzas magnéticas que crea dicha corriente.

370.3 Uso. Se permitirá utilizar cablebus aprobados, a cualquier tensión o corriente para la que estén clasificados los conductores separados, y sólo en instalaciones expuestas, excepto lo permitido en la sección 370.6. El cablebus instalado en exteriores o en lugares corrosivos, húmedos o mojados deben estar identificados para dicho uso. No se deben instalar cablebus en fosos de ascensores ni en lugares (clasificados como) peligrosos a menos que estén específicamente aprobados para esos usos. Se permitirá utilizar cablebus para alimentadores, circuitos ramales y acometidas.

Se permitirá utilizar la envolvente del cablebus, cuando esté unido, de un cablebus para usarse como conductor de puesta a tierra de equipos en alimentadores y circuitos ramales.

370.4 Conductores.

(A) Tipos de conductores. Los conductores portadores de corriente de un cablebus deben tener un aislamiento nominal de 75° C (167 ° F) o mayor, y deben ser de un tipo aprobado y adecuado para la aplicación correspondiente.

(B) Ampacidad de los conductores. La ampacidad de los conductores en un cablebus debe estar de acuerdo con las Tablas 310.17 y 310.19, o con las Tablas 310.69 y 310.70 para instalaciones de más de 600 voltios.

(C) Calibre y número de conductores. El calibre y número de los conductores deben corresponder a los valores de diseño del cablebus, y en ningún caso deben ser inferiores al 1/0 AWG.

(D) Soportes de los conductores. Los conductores aislados deben estar soportados por bloques u otros medios de montaje diseñados para ese propósito.
Los conductores individuales en un cablebus deben estar soportados a intervalos no superiores a 900 mm (3 pies) en tramos horizontales, y 450 mm (1 ½ pies) en tramos verticales. La separación horizontal y vertical entre los conductores soportados no debe ser inferior al diámetro de un conductor en los puntos de soporte.

370.5 Protección contra sobrecorriente. El cablebus debe estar protegido contra sobrecorriente, de acuerdo con la ampacidad permisible de los conductores del cablebus, de acuerdo con la sección 240.4.

Excepción: Se permitirá instalar la protección contra sobrecorriente de acuerdo con las secciones 240.100 y 240.101 para más de 600 voltios nominales.

370.6 Soportes y extensiones a través de paredes y pisos.

(A) Soporte. El cablebus debe estar soportado firmemente a intervalos no superiores a 3.7 m (12 pies).

Excepción: Cuando se necesiten espaciamientos de más de 3.7 m (12 pies), la estructura debe estar diseñada específicamente para esa longitud de espaciamiento.

(B) Tendido transversal. Se permitirá prolongar el cablebus transversalmente a través de paredes o divisiones que no sean cortafuegos, siempre que la sección dentro de la pared sea continua, esté protegida contra daños físicos y no esté ventilada.

(C) A través de pisos secos y plataformas. Excepto cuando se requieran cortafuegos, se permitirá prolongar verticalmente el cablebus a través de pisos secos y plataformas, siempre que el cablebus esté totalmente encerrado en el punto donde pasa a través del piso o plataforma, y por una distancia de 1.8 m (6 pies) por encima del piso o plataforma.

(D) A través de pisos y plataformas en lugares mojados.

Excepto cuando se requieran cortafuegos, se permitirá prolongar verticalmente el cablebus a través de pisos y plataformas en lugares mojados siempre que:1) haya rebordes u otros medios adecuados para impedir el flujo de agua a través de la abertura del piso o de la plataforma y 2) que el cablebus esté totalmente encerrado en el punto donde pasa el piso o plataforma, y por una distancia de 1.8 m (6 pies) por encima del piso o plataforma.

370.7 Accesorios. Un sistema de cablebus debe incluir los accesorios aprobados para:

(1) Cambios de dirección horizontal o vertical de un tramo.

(2) Extremos muertos.

(3) Las terminaciones dentro de, o sobre, los aparatos o equipos conectados, o los envolventes de dichos equipos.

(4) Protección física adicional cuando sea necesaria, como por ejemplo protectores, cuando estén expuestos a daños físicos graves.

370.8 Terminación de los conductores. Para las conexiones a los conductores de cablebus se deben usar medios de terminación aprobados.

370.9 Puesta a tierra. Una instalación de cablebus debe ser puesta a tierra y unida de acuerdo con el Artículo 250, exceptuando lo establecido en la sección 250.86, Excepción No. 2.

370.10 Marcado. Cada sección de cablebus debe ir marcada con el nombre del fabricante o designación comercial y el diámetro máximo, número, tensión nominal y ampacidad de los conductores que se van a instalar. Las marcas deben estar situadas de modo que queden visibles después de la instalación.

ARTÍCULO 372
Canalizaciones en pisos celulares de concreto

372.1 Alcance. Este Artículo trata de las canalizaciones en pisos celulares de concreto, los espacios huecos de los pisos construidos con baldosas prefabricadas de concreto celular, junto con los accesorios metálicos apropiados diseñados para permitir el acceso a las células del piso.

372.2 Definiciones.

Cabezal *(Header).* Canalización metálica transversal para conductores eléctricos que da acceso a células predeterminadas de un piso celular prefabricado de concreto, permitiendo así el tendido de los conductores eléctricos desde un centro de distribución hasta las células del piso.

Célula *(Cell*). Espacio único, tubular y encerrado en un piso hecho de baldosas prefabricadas de concreto celular, en donde la dirección de la celda es paralela a la dirección del elemento del piso.

372.4 Usos no permitidos. No se deben instalar conductores en canalizaciones en pisos celulares prefabricados de concreto como sigue:

(1) Cuando estén expuestos a vapores corrosivos.

(2) En cualquier lugar (clasificado como) peligroso, excepto como se permita en otros artículos de este Código.

(3) En garajes comerciales, excepto para alimentación de salidas en el cielo raso o extensiones al área por debajo del piso, pero no por encima.

Nota. Para la instalación de conductores con otros sistemas, véase la sección 300.8.

372.5 Cabezal. El cabezal se debe instalar en línea recta y perpendicular a las celdas. El cabezal se debe asegurar mecánicamente a la parte superior del piso celular prefabricado de concreto. Las juntas de los extremos se deben cerrar con un accesorio metálico de cierre y sellar para impedir la entrada de concreto. El cabezal debe ser continuo eléctricamente en toda su longitud y debe estar unido eléctricamente al envolvente del centro de distribución.

372.6 Conexión con gabinetes y otros envolventes. La conexión desde los cabezales a los gabinetes y otros envolventes se debe hacer por medio de canalizaciones metálicas listadas y accesorios listados.

372.7 Cajas de empalme. Las cajas de empalme deben estar a nivel con el piso y selladas para evitar la entrada libre de agua o concreto. Las cajas de empalme deben ser de metal y tener continuidad mecánica y eléctrica con los cabezales.

372.8 Marcadores. Se debe instalar un número adecuado de marcadores para la localización futura de las celdas.

372.9 Insertos. Los insertos se deben nivelar con el piso y sellar para evitar la entrada de concreto.

Los insertos deben ser metálicos y se debe adecuar con receptáculos de tipo puesto a tierra. Un conductor de puesta a tierra debe conectar los receptáculos del inserto a una conexión positiva de puesta a tierra sumistrada en el cabezal. Cuando se corten las paredes de la celda para colocar los insertos o para otros propósitos (por ejemplo, para proporcionar aberturas de acceso entre el cabezal y las celdas), no se permitirá que queden virutas ni otra suciedad en la canalización, y se deben utilizar herramientas diseñadas para prevenir que entren a la celda y dañen los conductores.

372.10 Calibre de los conductores. No se deben instalar conductores de calibre mayor al 1/0 AWG, excepto con permiso especial.

372.11 Número máximo de conductores. La suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores o cables no debe exceder el 40% del área de la sección transversal de la celda o cabezal.

372.12 Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las unidades de acceso a los cabezales o en las cajas de empalme.

Para los fines de esta sección, no se debe considerar que el llamado bucle de cable (conductor continuo que conecta las salidas individuales) sea un empalme o una derivación.

372.13 Salidas descontinuadas. Cuando una salida sea abandonada, descontinuada o removida, las secciones de los conductores del circuito que alimentan a la salida se deben remover de la canalización. No se permitirá que en las canalizaciones haya empalmes o conductores aislados con cinta, como sería el caso de salidas abandonadas en los bucles de cables.

372.17 Ampacidad de los conductores. Se deben aplicar los factores de ajuste de la ampacidad indicados en la sección 310.15 (B) (2) a los conductores instalados en las canalizaciones de los pisos celulares de concreto.

ARTÍCULO 374
Canalizaciones en pisos metálicos celulares

374.1 Alcance. Este artículo trata de los requisitos de instalación y uso de las canalizaciones en pisos metálicos celulares.

374.2 Definiciones.

Canalización en un piso metálico celular. Espacios huecos de los pisos metálicos celulares, junto con los accesorios adecuados, que se pueden aprobar como envolventes para los conductores eléctricos.

Célula. Espacio único, tubular y encerrado en un elemento de un piso metálico celular, siendo el eje de la célula paralelo al eje del elemento del piso metálico.

Cabezal. Canalización transversal para conductores eléctricos que da acceso a células predeterminadas de un piso metálico celular, permitiendo así el tendido de los conductores eléctricos desde un centro de distribución hasta las células.

374.3 Usos no permitidos. No se deben instalar conductores eléctricos en canalizaciones de pisos metálicos celulares como sigue:

(1) Cuando estén expuestos a vapores corrosivos.

(2) En cualquier lugar (clasificado como) peligroso, excepto como se permita en otros artículos de este Código.

(3) En garajes comerciales, excepto para la alimentación de salidas en el cielo raso o extensiones al área por debajo del piso, pero no por encima.

Nota. Para la instalación de conductores con otros sistemas, véase la sección 300.8.

I. Instalación

374.4 Calibre de los conductores. No se deben instalar conductores de calibre mayor al 1/0 AWG, excepto con permiso especial.

374.5 Número máximo de conductores en una canalización. La suma de las secciones transversales de todos los conductores o cables no debe exceder el 40% de la sección transversal interior de la célula o cabezal.

374.6 Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las unidades de acceso a los cabezales o en las cajas de empalme.
Para los fines de esta sección, no se debe considerar que el llamado bucle de cable (conductor continuo que conecta las salidas individuales) sea un empalme o una derivación.

374.7 Salidas descontinuadas. Cuando una salida está abandonada, se descontinue o se remueva, las secciones de los conductores del circuito que alimentan la salida se deben remover de la canalización. No se permitirá que en las canalizaciones haya empalmes o conductores aislados con cinta, tal como sería el caso de las salidas abandonadas en los bucles de cables.

374.8 Marcadores. Se debe instalar un número adecuado de marcadores para la localización de las células en el futuro.

374.9 Cajas de empalme. Las cajas de empalmes deben estar a nivel con el piso y se deben sellar para evitar la entrada libre de agua o concreto. Las cajas de empalmes que se utilicen con estas canalizaciones deben ser metálicas y deben tener continuidad eléctrica con la canalización.

374.10 Insertos. Los insertos deben estar a nivel con el piso y se deben sellar para evitar la entrada de concreto. Los insertos utilizados deben ser metálicos y deben tener continuidad eléctrica con la canalización. Cuando se corten las paredes de la celda y se coloquen los insertos, no se permitirá que queden en la canalización virutas ni otra suciedad y se deben utilizar herramientas diseñadas para impedir su ingreso a la canalización y que dañen los conductores.

374.11. Conexiones desde las celdas hasta los gabinetes y extensiones. Las conexiones entre las canalizaciones y los centros de distribución y las salidas de pared se deben hacer por medio de conduit metálico flexible hermético a los líquidos, conduit metálico flexible cuando no se instalan en concreto, conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, tubería eléctrica metálica o accesorios aprobados. Cuando existen disposiciones para la terminación de un conductor de puesta a tierra de equipos, se permitirá utilizar conduit no metálico, tubería eléctrica no metálica o conduit no metálico flexible hermético a los líquidos. Cuando se instala en concreto, el conduit no metálico flexible hermético a los líquidos debe estar listado y marcado para enterramiento directo.

> **Nota**: El conduit metálico flexible hermético a los líquidos y el conduit no metálico flexible hermético a los líquidos adecuados para su instalación en concreto, están listados y marcados para enterramiento directo.

374.17 Ampacidad de los conductores. Se deben aplicar los factores de ajuste de la ampacidad indicados en la sección 310.15 (B) (2) a los conductores instalados en canalizaciones en pisos metálicos celulares.

II. Especificaciones de construcción

374.100 Generalidades. Las canalizaciones en pisos metálicos celulares deben estar construidas de modo que se asegure la adecuada continuidad eléctrica y mecánica de todo el sistema, y deben brindar un envolvente completo para los conductores. Sus superficies interiores deben estar libres de rebabas y bordes cortantes y las superficies sobre las que se tiendan los conductores deben ser lisas.

Cuando los conductores atraviesen la canalización, se deben instalar adaptadors o accesorios adecuados con bordes lisos y redondeados.

ARTÍCULO 376
Ductos metálicos

I. Generalidades

376.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para ductos metálicos y los accesorios asociados.

376.2 Definición.
Ductos metálicos. Canales de lámina metálica con cubierta abisagrada o removible, para albergar y proteger alambres y cables eléctricos y en las cuales se instalan los conductores después de instalado el ducto como un sistema completo.

II. Instalación

376.10 Usos permitidos. El uso de los ductos metálicos se permitirá:

(1) En instalaciones expuestas.

(2) En espacios ocultos, tal como se permite en la sección 376.10 (4).

(3) En lugares (clasificados como) peligrosos, tal como lo permite la sección 501.10 (B) para lugares clase I, división 2; la sección 502.10 (B) para lugares clase II, división 2; y la sección 504.20 para alambrado intrínsecamente seguro. Cuando se instalan en lugares mojados, los ductos deben estar listados para este propósito.

(4) Como extensiones para pasar transversalmente a través de paredes, si el tramo que atraviesa la pared es continuo. El acceso a los conductores se debe mantener en ambos lados de la pared.

376.12 Usos no permitidos. Los ductos metálicos no se deben usar en:

(1) Cuando están sometidos a daños físicos graves.

(2) Cuando están sometidos a ambientes corrosivos fuertes.

376.21 Calibre de los conductores. En ningún ducto se deben instalar conductores de mayor calibre que el de diseño del ducto.

376.22 Número de conductores y ampacidad. El número de conductores y su ampacidad deben cumplir lo establecido en las secciones 376.22 (A) y (B).

(A) Área de la sección transversal del ducto. La suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores contenidos en cualquier sección transversal del ducto, no debe exceder el 20% del área de la sección transversal interior de la canalización.

(B) Factores de ajuste. Los factores de ajuste especificados en la sección 310.15 (B) (2) (a) se

deben aplicar únicamente cuando el número de conductores portadores de corriente, incluyendo los conductores del neutro clasificados como portadores de corriente de acuerdo con la sección 310.15(B)(4) es superior a 30. Los conductores para circuitos de señalización o los conductores del controlador, entre un motor y su arrancador, y que son usados sólo para el trabajo de arranque no se deben considerar como conductores portadores de corriente.

376.23 Conductores aislados. Los conductores aislados instalados en un ducto metálico deben cumplir lo estipulado en las secciones 376.23 (A) y (B).

(A) Conductores aislados doblados. Cuando dentro de un ducto metálico se doblen conductores aislados, ya sea en sus extremos o en el lugar en donde el conduit, los accesorios u otras canalizaciones o cables entren o salgan del ducto metálico, o en donde la dirección del ducto metálico sea doblada en más de 30°, se deben aplicar las dimensiones correspondientes a un alambre por cada terminal de la Tabla 312.6 (A).

(B) Ductos metálicos usados como cajas de paso. Cuando los conductores aislados del 4 AWG o más grandes se jalen a través de un ducto, la distancia entre las entradas de la canalización y del cable que encierran el mismo conductor no debe ser inferior a la exigida en la sección 314.28 (A) (1) para jalados rectos y en la sección 314.28 (A) (2) para jalados en ángulo.

Cuando el calibre de un cable atraviese dentro del tamaño de una canalización, se debe usar la canalización con el mínimo designador métrico (tamaño comercial) que se requiere para el número y el calibre de los conductores en el cable.

376.30 Sujeción y soporte. Los ductos se deben soportar de acuerdo con las secciones 376.30 (A) y (B).

(A) Soporte horizontal. Cuando se extiendan horizontalmente, los ductos se deben soportar en cada extremo y a intervalos que no excedan 1.5 m (5 pies), o para tramos individuales de más de 1.5 m (5 pies), en cada extremo o unión, a menos que estén listados para otros intervalos de soporte. La distancia entre los soportes no debe exceder los 3 m (10 pies).

(B) Soporte vertical. Los tramos verticales de ducto deben sujetarse y asegurarse a intervalos que no excedan 4.5 m (15 pies) y no debe haber más de una unión entre soportes. Las secciones de ductos adyacentes deben sujetarse y asegurarse de modo que se proporcione una unión rígida.

376.56 Empalmes, derivaciones y bloques de distribución de potencia.

(A) Empalmes y derivaciones. Se permitirán derivaciones y empalmes dentro de un ducto, siempre y cuando sean accesibles. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75% del área del ducto en ese punto.

(B) Bloques de distribución de potencia.

(1) Instalación. Los bloques de distribución de potencia instalados en ductos metálicos deben estar listados.

(2) Tamaño del envolvente. Además de los requisitos de espacio para el alambrado de la sección 376.56 (A), el bloque de distribución de potencia se debe instalar en un ducto cuyas dimensiones no sean menores a las que se especifican

en las instrucciones de instalación del bloque de distribución de potencia.

(3) Espacio para el doblado de los alambres. El espacio para doblar los alambres en los terminales del bloque de distribución de potencia debe cumplir con lo estipulado en la sección 312.6 (B).

(4) Partes vivas. Los bloques de distribución de potencia no deben tener partes vivas sin aislar expuestas dentro del ducto, se instale o no la cubierta del ducto.

376.58 Extremos muertos. Los extremos muertos de ductos metálicos se deben cerrar.

376.70 Extensiones desde ducto metálico. Las extensiones desde ducto metálico se deben hacer mediante cordones colgantes instalados de acuerdo con la sección 400.10, o cualquier método de alambrado del Capítulo 3 que incluya un medio para la puesta a tierra de los equipos. Cuando se utilice un conductor independiente de puesta a tierra de equipos, la conexión de los conductores de puesta a tierra de equipos en el método de alambrado al ducto, debe cumplir lo establecido en las secciones 250.8 y 250.12.

III. Especificaciones de construcción

376.100 Construcción.

(A) Continuidad eléctrica y mecánica. Los ductos se deben construir e instalar de manera tal que se garantice la adecuada continuidad eléctrica y mecánica del sistema completo.

(B) Construcción sólida. Los ductos deben estar construidos sólidamente y deben ofrecer un envolvente completo a los conductores contenidos en ellos. Todas las superficies, tanto internas como externas, deben estar adecuadamente protegidas contra la corrosión. Las uniones de las esquinas deben ser herméticas y, cuando el ensamble se sujete mediante pernos, tornillos o remaches, dichos elementos deben estar separados a una distancia no superior a 300 mm (12 pulgadas).

(C) Bordes lisos y redondeados. Se deben instalar adaptadors, blindajes o accesorios adecuados con bordes lisos y redondeados cuando los conductores pasen entre ductos, a través de divisiones, alrededor de curvas, entre ductos y gabinetes o cajas de empalme y en todos los demás lugares donde sea necesario para prevenir la abrasión del aislamiento de los conductores.

(D) Cubiertas. Las cubiertas deben sujetarse y asegurarse al ducto.

376.120 Marcado. Los ductos metálicos se deben marcar de modo que después de su instalación sea visible el nombre del fabricante o marca comercial.

ARTÍCULO 378
Ductos no metálicos

I. Generalidades

378.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para ductos no metálicos y los accesorios asociados.

378.2 Definición.

Ductos no metálicos. Canales no metálicos retardantes de la llama, con cubierta removible, para albergar y proteger alambres y cables eléctricos, y en las cuales se instalan los conductores después de que el ducto ha sido instalado como un sistema completo.

378.6 Requisitos de listado. Los ductos no metálicos y los accesorios asociados deben estar listados.

II. Instalación

378.10 Usos permitidos. Se permitirá el uso de ductos no metálicos en los siguientes casos:

(1) Sólo en instalaciones expuestas, excepto como se permite en la sección 378.10 (4).

(2) Cuando estén sometidos a ambientes corrosivos y están identificadas para ese uso.

(3) En lugares mojados, cuando estén listados para ese fin.

> **Nota**. El frío extremo puede causar que los ductos no metálicos se vuelvan quebradizos y, por lo tanto, más susceptibles al daño por contacto físico.

(4) Como extensiones para pasar transversalmente a través de paredes, si el tramo que atraviesa la pared es continuo. El acceso a los conductores se debe mantener en ambos lados de la pared.

378.12 Usos no permitidos. No se deben utilizar ductos no metálicos en los siguientes casos:

(1) Cuando estén sujetos a daños físicos.

(2) En cualquier lugar (clasificado como) peligroso, excepto como se permita en otros artículos de este Código.

(3) Cuando estén expuestos a la luz solar, a no ser que estén listados y marcados como adecuados para ese uso.

(4) Cuando estén sometidos a temperaturas ambientes distintas de aquellas para las cuales están listados los ductos.

(5) Con conductores cuyos límites de temperatura de aislamiento superen aquellos para los cuales

está el ducto no metálico listado.

378.21 Calibre de los conductores. En ducto no metálico no se debe instalar ningún conductor de mayor calibre que aquel para el cual se ha diseñado el ducto no metálico.

378.22 Número de conductores. La suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores contenidos en cualquier sección transversal de un ducto no metálico, no debe exceder el 20% del área de la sección transversal interior de un ducto no metálico. Los conductores para circuitos de señalización o los conductores del controlador entre un motor y su arrancador, y que son usados sólo para el trabajo de arranque no se deben considerar como conductores portadores de corriente.
Se les debe aplicar los factores de corrección de la Sección 310.15 (b) (2) (a), a los conductores portadores de corriente que lleguen hasta e incluyendo el 20% de ocupación indicado arriba.

378.23 Conductores aislados. Los conductores aislados instalados en ducto no metálico deben cumplir con lo estipulado en las secciones 378.23 (A) y (B).

(A) Conductores aislados doblados. Cuando dentro de un ducto no metálico se doblen conductores aislados, ya sea en sus extremos o donde el conduit, accesorios u otras canalizaciones o cables entren o salgan de ducto no metálico, o en donde la dirección del ducto no metálico deflacte en más de 30°, se deben aplicar las dimensiones correspondientes a un alambre por cada terminal de la Tabla 312.6 (A).

(B) Ductos no metálicos usados como cajas de paso. Cuando los conductores aislados del 4 AWG o más grandes se jalen a través de un ducto, la distancia entre las entradas de la canalización y del cable que encierran el mismo conductor no debe ser inferior a la exigida en la sección 314.28 (A) (1) para jalados rectos, y en la sección 314.28 (A) (2) para jalados en ángulo. Cuando el calibre de un cable atraviese dentro del tamaño de una canalización, se debe usar la canalización con el mínimo designador métrico (tamaño comercial) que se requiere para el número y el calibre de los conductores en el cable.

378.30 Sujeción y soporte. Los ductos no metálicos se deben soportar de acuerdo con las secciones 378.30 (A) y (B).

(A) Soporte horizontal. Cuando se extiendan horizontalmente, los ductos no metálicos se deben soportar a intervalos que no excedan los 900 mm (3 pies), y en cada extremo o unión, a menos que estén listados para otros intervalos de soporte. En ningún caso la distancia entre los soportes debe exceder los 3 m (10 pies).

(B) Soporte vertical. Los tramos verticales de ductos no metálicos se deben soportar y asegurar a intervalos que no excedan los 1.2 m (4 pies), a menos que estén listados para otros intervalos de soporte, y no debe haber más de una unión entre soportes. Las secciones de ductos no metálicos adyacentes se deben soportar y asegurar entre sí para proporcionar una unión rígida.

378.44 Accesorios de expansión. Se deben suministrar accesorios de expansión para ductos no metálicos para compensar la expansión y contracción térmicas, cuando se espera que el cambio en la longitud sea de 6 mm (0.25 pulgadas) o mayor, en un tramo recto.

> **Nota**. Para las características de expansión del conduit de PVC, véase la Tabla 352.44. Las características de expansión de los ductos no metálicos de PVC son idénticas.

378.56 Empalmes y derivaciones. Se permitirán empalmes y derivaciones dentro de un ducto no metálico, siempre y cuando sean accesibles. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75% del área del ducto no metálico en ese punto.

378.58 Extremos muertos. Los extremos muertos de ductos no metálicos se deben cerrar usando accesorios listados.

378.60 Puesta a tierra. Cuando se exige la puesta a tierra del equipo, se debe instalar un conductor independiente de puesta a tierra del equipo en el ducto no metálico. No se exigirá un conductor independiente de puesta a tierra del equipo si el conductor puesto a tierra se usa para poner a tierra los equipos, tal como lo permite la sección 250.142.

378.70 Extensiones desde los ductos no metálicos. Las extensiones desde los ductos no metálicos se deben hacer con cordones colgantes o cualquier método de alambrado del Capítulo 3. En cualquiera de los métodos de alambrado usados para la extensión, se debe instalar un conductor independiente de puesta a tierra de los equipos, o se debe hacer una conexión de puesta a tierra por cualquiera de los métodos de alambrado usados para la extensión.

III. Especificaciones de construcción

378.120 Marcado. Los ductos no metálicos deben estar marcados de modo que después de su instalación se vea claramente el nombre del fabricante o marca comercial y el área de la sección transversal interior en pulgadas cuadradas. Se permitirá la marca de humo limitado en los ductos no metálicos con características de producción limitada de humo.

ARTÍCULO 380
Ensamble con múltiples salidas

380.1 Alcance. Este artículo trata de los requisitos de uso e instalación para los ensambles con múltiples salidas.

380.2 Uso.

(A) Permitido. Se permitirá el uso de un ensamble con múltiples salidas en lugares secos.

(B) No permitido. Un conjunto con múltiples salidas no se debe instalar en las siguientes condiciones:

(1) Si están ocultos, pero se permitirá rodear la parte posterior y los laterales de un ensamble metálico con múltiples salidas con el acabado del edificio o empotrar un ensamble no metálico con múltiples salidas en un zócalo.

(2) Cuando estén sometidos a daños físicos graves.

(3) Cuando la tensión entre conductores sea de 300 voltios o más, a no ser que el ensamble sea de metal y tenga un espesor no inferior a 1.02 mm (0.040 pulgadas).

(4) Cuando están sometidos a vapores corrosivos.

(5) En fosos de ascensores.

(6) En cualquier lugar (clasificado como) peligroso, excepto como se permita en otros artículos de este Código.

380.3. Ensambles metálicos con múltiples salidas a través de divisiones secas. Se permitirá extender un ensamble metálico con múltiples salidas a través de divisiones secas (pero no tenderlo en el interior de los mismos), si se instala de modo que se pueda quitar la tapa o la cubierta de todas las partes expuestas y ninguna salida se localice en el interior de las divisiones.

ARTÍCULO 382
Extensiones no metálicas

I. Generalidades

382.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para las extensiones no metálicas.

382.2 Definiciones.

Extensión no metálica ocultable. Ensamble listado de dos, tres o cuatro conductores aislados de circuito dentro de una chaqueta no metálica, una cubierta termoplástica extruida o una cubierta no metálica sellada. La clasificación incluye las extensiones superficiales proyectadas para su montaje directo sobre la superficie de paredes o cielos rasos y que se ocultan con pintura, textura, compuesto de unión, yeso, papel tapiz, losa, paneles de pared u otros materiales similares.

Extensión no metálica. Un ensamble de dos conductores aislados dentro de una chaqueta no metálica o de un recubrimiento termoplástico extruido. La clasificación incluye las extensiones superficiales proyectadas para su montaje directo sobre la superficie de paredes o cielos rasos.

382.6 Requisitos de listado. Las extensiones no metálicas ocultables y los accesorios y dispositivos asociados deben estar listados. El dispositivo de arranque/alimentación en derivación para la extensión, debe contener y proporcionar la siguiente protección para todas las extensiones y los dispositivos del lado de carga:

(1) Protección complementaria contra sobrecorriente.

(2) Nivel de protección equivalente a un GFCI de clase A.

(3) Nivel de protección equivalente a un GFCI portátil.

(4) Protección contra errores de alambrado en el lado de la carga y de la línea.

(5) Proporcionar protección contra los efectos de las fallas por arco.

II. Instalación

382.10 Usos permitidos. Se permitirá usar extensiones no metálicas únicamente de acuerdo con las secciones 382.10 (A), (B) y (C).

(A) Desde una salida existente. La extensión debe provenir desde una salida existente en un circuito ramal de 15 ó 20 amperios. Cuando una extensión no metálica ocultable se origina en un receptáculo de tipo sin puesta a tierra, la instalación debe cumplir con lo establecido en las secciones 250.130 (C), 406.3 (D) (3) (b) o 406.3 (D) (3) (c).

(B) Expuesta y en lugares secos. La extensión se debe instalar expuesta, u ocultada tal como lo permite la sección 382.15, y en un lugar seco.

(C) En residencias u oficinas. Para extensiones no metálicas superficiales montadas directamente en la superficie de paredes o cielos rasos, el edificio debe estar ocupado con propósitos residenciales o de oficina y no debe exceder tres pisos sobre el suelo. Cuando está identificada para ese uso, las extensiones no metálicas ocultables se permitirán en más de tres pisos sobre el suelo.

Nota No. 1: Para los límites de temperatura de los conductores, véase la sección 310.10.

Nota No. 2: para la definición de primer piso, véase la sección 362.10.

382.12 Usos no permitidos. No se deben usar extensiones no metálicas en los siguientes casos:

(1) En sótanos, áticos y espacios bajo los techos, sin acabado.

(2) Cuando la tensión entre los conductores es superior a 150 voltios para extensiones no metálicas superficiales y 300 voltios para cable aéreo.

(3) Cuando están expuestas a vapores corrosivos.

(4) Cuando se instalan a través de un piso o una división, o por fuera del recinto en el cual se originan.

382.15 Expuesta.

(A) Extensiones no metálicas. Se permitirá la instalación de una o más extensiones en cualquier dirección desde una salida existente, pero no sobre el piso ni dentro de una distancia de 50 mm (2 pulgadas) desde el piso.

(B) Extensiones no metálicas ocultables. Cuando están identificadas para ese uso, las extensiones no metálicas se pueden ocultar con pintura, textura, compuesto para enmascarar, yeso, papel tapiz, losa, paneles de pared u otros materiales similares, e instalar de acuerdo con la sección 382.15 (A).

382.26 Curvas.

(A) Extensiones no metálicas. Una curva que reduzca la separación normal entre los conductores se debe cubrir con una tapa para proteger el ensamble contra el daño físico.

(B) Extensiones no metálicas ocultables. Se permitirá que las extensiones ocultables se doblen sobre sí mismas y se aplanen según sea necesario para la instalación.

382.30 Sujeción y soporte.

(A) Extensiones no metálicas. Las extensiones superficiales no metálicas se deben asegurar en su lugar por medios aprobados, a intervalos no superiores a 200 mm (8 pulgadas), con una tolerancia de 300 mm (12 pulgadas) hasta el primer punto de sujeción donde la conexión a la salida de alimentación es por medio de una clavija de conexión. Debe haber al menos un punto de sujeción entre cada par de salidas adyacentes alimentadas. Una extensión sólo se debe sujetar a elementos de madera o acabados de yeso y no debe estar en contacto con metales ni con otros materiales conductores, excepto con las placas metálicas de los receptáculos.

(B) Extensiones no metálicas ocultables. Todos los componentes de la extensión no metálica ocultable de montaje superficial se deben anclar a la pared o el cielo raso usando un sistema de

anclaje mecánico o adhesivo identificado para ese uso.

382.40 Cajas y accesorios. Cada tramo de la extensión debe terminar en un accesorio, conector o caja que cubra el extremo de todo el ensamble. Todos los accesorios, conectores y dispositivos deben ser de un tipo identificado para ese uso.

382.42 Dispositivos.

(A) Receptáculos. Todos los receptáculos, las cajas para receptáculos y los dispositivos autocontenidos utilizados con las extensiones no metálicas ocultables deben estar identificados para ese uso.

(B) Receptáculos y cajas. Se permitirá el uso de cajas para receptáculos y de dispositivos autocontenidos diseñados para montaje superficial o empotrado con extensiones no metálicas ocultables. Las cajas para receptáculos y los dispositivos autocontenidos deben tener medios para facilitar la entrada y la terminación de las extensiones no metálicas ocultables, y para conectar eléctricamente la caja o el dispositivo. Las cajas para receptáculos y los dispositivos autocontenidos deben cumplir con lo estipulado en la sección 406.3. Se permitirán que las salidas de fuerza y de comunicaciones estén instaladas en una caja común, de acuerdo con la sección 800.133 (A) (1) (c), Excepción No. 2.

382.56 Empalmes y derivaciones. Las extensiones deben consistir en un conjunto continuo e ininterrumpido, sin empalmes y sin conductores expuestos entre los accesorios, conectores o dispositivos. Se permitirán derivaciones cuando se utilicen accesorios aprobados que cubran completamente las conexiones en derivación. Los cables aéreos y sus conectores en derivación deben estar dotados de un medio aprobado para señalar y mantener la polaridad. Los conectores de derivaciones de tipo receptáculo deben ser del tipo con enclavamiento mecánico.

III. Especificaciones de construcción (únicamente extensiones no metálicas ocultables)

382.100 Construcción. Las extensiones no metálicas ocultables deben tener diseño de conductor plano de capas múltiples, que consista en un conductor central no puesto a tierra encerrado por un conductor seccionado puesto a tierra, y un conductor exterior seccionado de puesta a tierra.

382.104 Conductores planos. Las extensiones no metálicas ocultables se deben construir usando conductores planos de cobre, equivalentes a los calibres 14 AWG o 12 AWG, y de acuerdo con las secciones 382.104 (A), (B) y (C).

(A) Conductor no puesto a tierra (capa central). El conductor no puesto a tierra debe constar de uno o más conductores planos no puestos a tierra, encerrados por los elementos descritos en las secciones 382.104 (B) y (C), e identificados de acuerdo con la sección 310.12 (C).

(B) Conductor puesto a tierra (capas seccionadas internas). El conductor puesto a tierra debe tener dos conductores planos internos seccionados que encierren al conductor o conductores no puestos a tierra. El conductor seccionado puesto a tierra debe estar encerrado por el conductor seccionado de puesta a tierra e identificado de acuerdo con la sección 200.6.

(C) Conductor de puesta a tierra (capas seccionadas exteriores). El conductor de puesta a tierra

debe constar de dos conductores seccionados externos que encierren al conductor puesto a tierra y al conductor o conductores no puestos a tierra, y debe cumplir con lo establecido en la sección 250.4 (A) (5). Las capas del conductor de puesta a tierra se deben identificar con uno de los siguientes métodos:

(1) Según se permite en la sección 250.119.

(2) Una cubierta transparente.

(3) Una o más bandas verdes o marcas con el símbolo #.

(4) El término "puesta a tierra del equipo" impreso a intervalos regulares en todo el cable.

382.112 Aislamiento. Las capas de conductores planos puestos y no puestos a tierra se deben aislar individualmente y deben cumplir con lo indicado en la sección 310.10. El conductor de puesta a tierra debe estar cubierto o aislado.

382.120 Marcado.

(A) Cable. Las extensiones no metálicas ocultables se deben marcar de forma clara y durable en ambos lados, a intervalos no superiores a 610 mm (24 pulgadas) con la información que se exige en la sección 310.11(A) y con la siguiente información adicional:

(1) Material de los conductores.

(2) Temperatura nominal máxima.

(3) Ampacidad.

(B) Identificación del conductor. Los conductores se deben identificar de forma clara y duradera en ambos lados y en toda su longitud, tal como se especifica en la sección 382.104.

ARTÍCULO 384
Canalizaciones de canal de tipo mástil

I. Generalidades

384.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para las canalizaciones de canal de tipo mástil.

384.2 Definición.

Canalización de canal tipo mástil. Canalización metálica proyectada para su montaje en la superficie de una estructura o suspendida de ella, con accesorios asociados para la instalación de conductores y cables eléctricos.

384.6 Requisitos de listado. Las canalizaciones de canal de tipo mástil, las tiras de cierre y los accesorios deben estar listados e identificados para tal uso.

II. Instalación

384.10 Usos permitidos. Se permitirá instalar canalizaciones de canal de tipo mástil en los siguientes:

(1) En instalaciones expuestas.

(2) En lugares secos.

(3) En lugares sometidos a vapores corrosivos, cuando estén protegidas por un acabado que se estime adecuado para esas condiciones.

(4) En instalaciones cuya tensión sea de 600 voltios o menos.

(5) Como postes de fuerza.

(6) En lugares (clasificados como) peligrosos clase I, división 2, tal como lo permite la sección 501.10 (B) (3).

(7) Como extensiones de tramos continuos a través de paredes, divisiones y pisos, donde las tiras de cierre son removibles en cualquiera de los lados, y la porción dentro de la pared, división o piso permanezca cubierta.

(8) Se permitirán canalizaciones de canal ferroso y accesorios protegidos contra la corrosión únicamente por esmalte, únicamente en espacios interiores.

384.12 Usos no permitidos. Las canalizaciones de canal de tipo mástil no se deben usar en las siguientes condiciones:

(1) Cuando están ocultas.

(2) No se permitirán canalizaciones de canal ferroso y accesorios protegidos contra la corrosión únicamente por esmalte, cuando están sometidas a influencias corrosivas fuertes.

384.21 Calibre de los conductores. En una canalización de canal de tipo mástil no se deben instalar conductores de calibre mayor de aquel para el cual está listada la canalización de canal tipo mástil.

384.22 Número de conductores. El número de conductores permitidos en una canalización de canal de tipo mástil no debe exceder los porcentajes de ocupación de la Tabla 384.22, ni el área de la sección transversal aplicable de los tipos y calibres específicos de alambre dados en las Tablas del Capítulo 9.

Tabla 384.22. Dimensiones del canal y área de la sección transversal inferior

Dimensión del canal	Área		40% Área*		25% Área**	
	pulgadas²	mm²	pulgadas²	mm²	pulgadas²	mm²
1 5/8 x 13/16	0.887	572	0.355	229	0.222	143
1 5/8 x 1	1.151	743	0.46	297	0.288	186
1 5/8 x 1 3/8	1.677	1076	0.671	433	0.419	270
1 5/8 x 1 5/8	2.028	1308	0.811	523	0.507	327
1 5/8 x 2 7/16	3.169	2045	1.267	817	0.792	511
1 5/8 x 3 ¼	4.308	2780	1.723	1112	1.077	695
1 ½ x 3/4	0.849	548	0.34	219	0.212	137
1 ½ x 1 ½	1.828	1179	0.731	472	0.457	295
1 ½ x 1 7/8	2.301	1485	0.92	594	0.575	371
1 ½ x 3	3.854	2487	1.542	995	0.964	622

* Para calcular el número de conductores permitidos en las canalizaciones con uniones externas se debe usar un porcentaje del 40 % de ocupación.

** Para calcular el número de conductores permitidos en las canalizaciones con uniones internas se debe usar un porcentaje del 25 % de ocupación.

A los conductores instalados en canalizaciones de canal de tipo mástil no se les debe aplicar los factores de corrección de la sección 310.15 (B) (2) (a), cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) El área de la sección transversal de la canalización es superior a 2500 mm^2 (4 pulgadas^2).

(2) Los conductores portadores de corriente no son más de 30.

(3) La suma de las áreas de las secciones transversales de todos los conductores contenidos no excede del 20% del área de la sección transversal interior de la canalización de canal de tipo mástil, calculado según la siguiente fórmula para la ocupación por los alambres:

$$n = \frac{ca}{wa}$$

En donde:

n = número de alambres.
ca = área del canal en pulgadas cuadradas
wa = área de los alambres

384.30 Sujeción y soporte.

(A) Montaje superficial. Una canalización de canal de tipo mástil de montaje superficial se debe asegurar a la superficie de montaje mediante bandas de retención externas al canal, a intervalos que no excedan los 3 m (10 pies) y a una distancia no mayor de 900 mm (3 pies) de cada caja de salida, gabinete, caja de empalmes o cualquier otra terminación de la canalización de canal.

(B) Montaje en suspensión. Se permitirá montar las canalizaciones de canal de tipo mástil suspendidas en el aire mediante métodos adecuados y aprobados, diseñados para ese uso y a intervalos que no excedan 3 m (10 pies) y a una distancia no mayor de 900 mm (3 pies) de los extremos y las terminaciones de la canalización de canal.

384.56 Empalmes y derivaciones. En las canalizaciones se permitirá hacer empalmes y derivaciones que sean accesibles después de su instalación a través de una cubierta desmontable. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75% del área de la canalización en ese punto. Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer por métodos aprobados.

384.60 Puesta a tierra. Los envolventes de las canalizaciones de canal de tipo mástil que sirvan como transición a, o desde, otro método de alambrado, deben tener un medio para conectar un conductor de puesta a tierra de equipos. Se permitirá usar las canalizaciones de canal de tipo mástil como conductor de puesta a tierra de los equipos de acuerdo con la sección 250.118 (13). Cuando se utilice una cubierta metálica a presión en una canalización de canal de tipo mástil para conseguir la continuidad eléctrica de acuerdo con su listado, no se permitirá usar esa cubierta como medio de continuidad eléctrica de cualquier receptáculo montado en la misma.

III. Especificaciones de construcción

384.100 Construcción. Las canalizaciones de canal de tipo mástil y sus accesorios deben estar construidas de modo que se distingan de otras canalizaciones. Estas canalizaciones y sus codos, acoples y otros accesorios deben estar diseñados de modo que sus partes se puedan conectar eléctrica y mecánicamente entre sí e instalar sin que los cables estén sometidos a la abrasión. Además deben cumplir con lo estipulado en las secciones 384.100 (A), (B) y (C).

(A) Materiales. Las canalizaciones y los accesorios deben estar formados de acero, acero inoxidable o aluminio.

(B) Protección contra la corrosión. Las canalizaciones y los accesorios de acero deben estar protegidos contra la corrosión mediante la galvanización o por un recubrimiento orgánico.

Nota: Los recubrimientos con esmalte o PVC son ejemplos de recubrimientos orgánicos que brindan protección contra la corrosión.

(C) Cubierta. Las cubiertas para las canalizaciones de canal de tipo mástil pueden ser metálicas o no metálicas.

384.120 Marcado. Todos los tramos de las canalizaciones de canal de tipo mástil se deben marcar de manera clara y duradera, según se exige en la primera oración de la sección 110.21.

ARTÍCULO 386
Canalizaciones metálicas superficiales

I. Generalidades

386.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para las canalizaciones metálicas superficiales y los accesorios asociados.

386.2 Definición.

Canalización metálica superficial. Canalización metálica proyectada para su montaje en la superficie de una estructura, con acoples, conectores, cajas y accesorios asociados para la instalación de conductores eléctricos.

386.6 Requisitos de listado. La canalización metálica superficial y los accesorios asociados deben estar listados.

II. Instalación

386.10 Usos Permitidos. Se permitirá el uso de canalizaciones metálicas superficiales en:

(1) Lugares secos.

(2) Lugares (clasificados como) peligrosos Clase I, División 2, tal como se permite en la sección 501.10 (B) (3).

(3) Bajo pisos elevados, como se permite en la sección 645.5 (D) (2).

(4) Extensión a través de paredes y pisos. Se permitirá que las canalizaciones metálicas superficiales pasen transversalmente por paredes secas, divisiones secas y pisos secos, si el tramo que pasa a través de estos elementos es continuo. Se debe mantener el acceso a los conductores a ambos lados de la pared, división o piso.

386.12 Usos no permitidos. No se permitirá el uso de canalizaciones metálicas superficiales:

(1) Cuando estén sometidas a daños físicos graves, a menos que se apruebe algo diferente.

(2) Cuando la tensión entre los conductores sea de 300 voltios o más, a menos que el metal tenga un espesor no inferior a 1.02 mm (0.040 pulgadas) nominales.

(3) Cuando estén sometidas a vapores corrosivos.

(4) En fosos de ascensores.

(5) En instalaciones ocultas, excepto como se permite en la sección 386.10.

386.21 Calibre de los conductores. En una canalización metálica superficial no se deben instalar conductores de calibre mayor de aquel para el cual está diseñada la canalización metálica superficial.

386.22 Número de conductores o cables. El número de conductores instalados en una canalización metálica superficial no debe ser superior al número para el que está diseñada la canalización. Se permitirá la instalación de cables cuando este uso no esté prohibido por los artículos para el cable respectivo.

No se les debe aplicar los factores de corrección de la sección 310.15 (B) (2) (a) a los conductores instalados en canalizaciones metálicas superficiales, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) El área de la sección transversal de la canalización es superior a 2500 mm^2 (4 $pulgadas^2$).

(2) Los conductores portadores de corriente no son más de 30.

(3) La suma de las áreas de las secciones transversales de todos los conductores contenidos no excede el 20% del área de sección transversal interior de la canalización metálica superficial.

386.30 Sujeción y soporte. Las canalizaciones metálicas superficiales se deben soportar a intervalos de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

386.56 Empalmes y derivaciones. Se permitirá hacer empalmes y derivaciones en las canalizaciones metálicas superficiales que tengan cubierta removible que sea accesible aún después de la instalación. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75% del área interior de la canalización en ese punto. En las canalizaciones metálicas superficiales sin cubierta removible, los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en cajas. Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer por métodos aprobados.

Las derivaciones del cable tipo FC, instalado en canalizaciones metálicas superficiales, se deben hacer de acuerdo con la sección 322.56 (B).

386.60 Puesta a tierra. Los envolventes de las canalizaciones metálicas superficiales, que sirvan como transición desde otro método de alambrado, deben tener un medio para conectar un conductor de puesta a tierra de equipos.

386.70 Canalizaciones combinadas. Cuando se usen canalizaciones metálicas superficiales combinadas tanto para circuitos de señalización como para circuitos de alumbrado y de fuerza, los distintos sistemas deben ir en compartimientos independientes identificados mediante estampado, impresión o código de color del acabado interior.

III. Especificaciones de construcción.

386.100 Construcción. Las canalizaciones metálicas superficiales deben estar construidas de modo

que se distingan de otras canalizaciones. Las canalizaciones metálicas superficiales y sus codos, acoples y accesorios similares deben estar diseñados de modo que sus partes se puedan conectar eléctrica y mecánicamente entre sí, e instalar sin que los cables estén sometidos a la abrasión.

Cuando en las canalizaciones metálicas superficiales, se utilicen cubiertas y accesorios no metálicos, estos deben estar identificados para dicho uso.

ARTÍCULO 388
Canalizaciones no metálicas superficiales

I. Generalidades

388.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para las canalizaciones no metálicas superficiales y los accesorios asociados.

388.2 Definición.

Canalización no metálica superficial. Canalización no metálica proyectada para ser montada en la superficie de una estructura, con los acople, conectores, cajas y accesorios asociados para la instalación de conductores eléctricos.

388.6 Requisitos de listado. La canalización no metálica superficial y los accesorios asociados deben estar listados.

II. Instalación

388.10 Usos permitidos. Se permitirá usar canalizaciones superficiales no metálicas de la siguiente manera:

(1) Se permitirá la utilización de canalizaciones no metálicas superficiales en lugares secos.

(2) Se permitirá la prolongación a través de pisos y paredes. Se permitirá que las canalizaciones no metálicas superficiales pasen transversalmente a través de paredes secas, divisiones secas, y pisos secos si el tramo que pasa a través de estos elementos es continuo. Se debe mantener el acceso a los conductores a ambos lados de la pared, división o piso.

388.12 Usos no permitidos. No se deben usar canalizaciones superficiales no metálicas:

(1) En instalaciones ocultas, excepto lo permitido en la sección 388.10 (2).

(2) Cuando estén sometidas a daños físicos graves.

(3) Cuando la tensión entre conductores es de 300 voltios o más, a no ser que estén listados para mayor tensión.

(4) En los fosos de los ascensores.

(5) En cualquier lugar (clasificado como) peligroso, excepto como se permita en otros artículos de este Código.

(6) Cuando estén sometidas a temperaturas del ambiente que exceden aquellas para las que está listada la canalización no metálica.

(7) Para conductores cuyos límites de temperatura del aislamiento excedan la

temperatura para la que está listada la canalización no metálica.

388.21 Calibre de los conductores. En una canalización no metálica superficial no se deben instalar conductores de calibre mayor de aquel para el cual está diseñada la canalización no metálica superficial.

388.22 Número de conductores o cables. El número de conductores instalados en una canalización no metálica superficial no debe ser superior al número para el que está diseñada la canalización. Se permitirá la instalación de cables cuando su uso no esté prohibido por los artículos para el cable respectivo.

388.30 Sujeción y soporte. Las canalizaciones no metálicas superficiales se deben soportar a intervalos de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

388.56 Empalmes y derivaciones. Se permitirá hacer empalmes y derivaciones en las canalizaciones no metálicas superficiales que tengan una cubierta que se pueda abrir en el lugar y que sea accesible después de la instalación. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75% del área interior de la canalización en ese punto. En las canalizaciones no metálicas superficiales sin cubierta que se pueda abrir en el lugar, los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las cajas.
Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer por métodos aprobados.

388.60 Puesta a tierra. Cuando se exige la puesta a tierra del equipo, se debe instalar un conductor independiente de puesta a tierra del equipo en la canalización.

388.70 Canalizaciones combinadas. Cuando se usen canalizaciones no metálicas superficiales combinadas tanto para circuitos de señalización como para circuitos de alumbrado y de fuerza, los distintos sistemas deben ir en compartimientos independientes identificados mediante estampado, impresión o código de color del acabado interior.

III. Especificaciones de construcción

388.100 Construcción. Las canalizaciones no metálicas superficiales deben estar construidas de modo que se distingan de otras canalizaciones. Las canalizaciones superficiales no metálicas y sus codos, acoples y accesorios similares deben estar diseñados de modo que sus partes se puedan conectar mecánicamente entre sí e instalar sin que los cables estén sometidos a la abrasión.

Las canalizaciones no metálicas superficiales y los accesorios deben ser de material no metálico adecuado, que sea resistente a la humedad y a atmósferas químicas. También debe ser retardante de la llama, resistente a los impactos y al aplastamiento, resistente a las distorsiones por calentamiento en las condiciones que se vayan a dar en servicio y resistente a los efectos de las bajas temperaturas.

388.120 Marcado. Se permitirá identificar como tales a las canalizaciones no metálicas superficiales que tengan características de producción limitada de humo.

ARTÍCULO 390
Canalizaciones bajo el piso

390.1 Alcance. Este artículo trata de los requisitos de uso e instalación para las canalizaciones bajo el piso.

390.2 Uso.

(A) Permitido. Se permitirá instalar canalizaciones bajo el piso, debajo de la superficie de concreto u otro material del piso o en ocupaciones de oficinas, siempre que queden a nivel con el piso de concreto y cubiertas por linóleo u otro revestimiento equivalente de piso.

(B) No permitido. No se deberán instalar canalizaciones bajo el piso (1) donde puedan estar sometidas a vapores corrosivos ni (2) en lugares (clasificados como) peligrosos, excepto lo permitido en la sección 504.20 y en los lugares de Clase I, División 2, como se permite en la sección 501.10 (B) (3). Las canalizaciones bajo el piso, de metales ferrosos o no ferrosos, cajas de empalmes y accesorios no se deben instalar en concreto ni en áreas sometidas a la influencia de factores corrosivos fuertes, a menos que estén hechos de un material que se estime adecuado para esas condiciones o, a menos que se proporcione protección contra la corrosión aprobada para esas condiciones.

390.3 Cubiertas. Las cubiertas de las canalizaciones deben cumplir con las secciones 390.3 (A) hasta (D).

(A) Canalizaciones de máximo 100 mm (4 pulgadas) de ancho. Las canalizaciones semicirculares y con la parte superior plana, de máximo 100 mm (4 pulgadas) de ancho, no deben tener menos de 20 mm (3/4 de pulgada) de concreto o de madera por encima de la canalización.

> *Excepción: Lo permitido en las secciones 390.3 (C) y (D) para canalizaciones con la parte superior plana.*

(B) Canalizaciones de más de 100 mm (4 pulgadas) pero de máximo 200 mm (8 pulgadas) de ancho. Las canalizaciones con la parte superior plana, de más de 100 mm (4 pulgadas) de ancho pero de no más de 200 mm (8 pulgadas) de ancho, con una separación mínima entre canalizaciones de 25 mm (1 pulgada), se deben cubrir con concreto con una profundidad no inferior a 25 mm (1 pulgada), Las canalizaciones con una separación inferior a 25 mm (1 pulgada), se deben cubrir con concreto hasta una profundidad de 38 mm (1 ½ pulgada).

(C) Canalizaciones de tipo zanja a nivel con el concreto. Se permitirá que las canalizaciones de tipo zanja con cubiertas removibles queden a nivel con la superficie del piso. Dichas canalizaciones aprobadas deben estar diseñadas de modo que las placas de las cubiertas les proporcionen una protección mecánica y una rigidez adecuadas equivalentes a las de las cubiertas de las cajas de empalmes.

(D) Otras canalizaciones a nivel con el concreto. En ocupaciones de oficinas se permitirá instalar canalizaciones aprobadas con la parte superior metálica plana, de máximo 100 mm (4 pulgadas) de ancho, a nivel con la superficie del piso de concreto, siempre que estén cubiertas con una capa considerable de pintura de espesor no inferior a 1.6 mm ($^1/16$ de pulgada) o con un

recubrimiento equivalente para pisos. Cuando más de una canalización pero no más de tres se instalen a nivel con el concreto, deben situarse una al lado de la otra y unirse de modo que formen un ensamble rígido.

390.4 Calibre de los conductores. En las canalizaciones bajo el piso no se deben instalar conductores de calibre mayor que aquel para el que está diseñada la canalización.

390.5 Número máximo de conductores en una canalización. El área de la sección transversal combinada de todos los conductores o cables no debe exceder el 40% del área de la sección transversal interior de la canalización.

390.6 Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer únicamente en cajas de empalmes.

Para los fines de esta sección, no se debe considerar que el llamado bucle de cable (conductor continuo que conecta las salidas individuales) sea un empalme o una derivación.

> *Excepción: Se permitirán empalmes y derivaciones en canalizaciones de tipo zanja a nivel con el piso, que tengan una cubierta removible que sea accesible después de la instalación. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75% del área de la canalización en ese punto.*

390.7 Salidas descontinuadas. Cuando una salida está abandonada, descontinuada o removida, las secciones de los conductores del circuito que alimentaban a la salida se deben remover de la canalización. No se permitirá que en las canalizaciones haya empalmes o conductores aislados con cinta, tal como sería el caso de salidas abandonadas en bucles de cables.

390.8 Tendidos en línea recta. Las canalizaciones bajo el piso se deben instalar de modo que una línea recta, trazada desde el centro de una caja de empalmes hasta el centro de la siguiente caja de empalme, coincida con el eje central del sistema de canalización. Las canalizaciones se deben soportar firmemente en su sitio para evitar que se altere esta alineación durante la construcción.

390.9 Marcadores en los extremos. En el extremo o cerca de cada extremo de cada tramo recto de las canalizaciones, se debe instalar un marcador adecuado que permita localizar la última inserción.

390.10 Extremos muertos. Los extremos muertos de las canalizaciones se deben cerrar.

390.13 Cajas de empalmes. Las cajas de empalmes se deben nivelar con el piso y sellar para evitar la entrada libre de agua o concreto. Las cajas de empalmes que se utilicen con canalizaciones metálicas deben ser metálicas y deben tener continuidad eléctrica con la canalización.

390.14 Insertos. Los insertos se deben nivelar y sellar para evitar la entrada de concreto. Los insertos utilizados en canalizaciones metálicas deben ser metálicos y deben ser eléctricamente continuos con la canalización. Los insertos colocados en canalizaciones de fibra o sobre ellas deben sujetarse mecánicamente a la canalización antes de que se ponga el piso. Los insertos colocados en canalizaciones de fibra después de poner el piso se deben atornillar a la canalización. Cuando se corten las paredes de la canalización y se coloquen los insertos, no se permitirá que queden en la canalización virutas ni otra suciedad, y se deben utilizar herramientas diseñadas para impedir su ingreso a la canalización y que dañen los conductores que pudiera haber instalados.

390.15 Conexiones hasta gabinetes y salidas de pared.
Las conexiones desde la canalización bajo el piso hasta los centros de distribución y las salidas de pared se deben hacer con accesorios aprobados o por medio de cualquiera de los métodos de alambrado del Capítulo 3, cuando se instalan de acuerdo con las disposiciones de los artículos correspondientes.

390.17 Ampacidad de los conductores. Se deben aplicar los factores de ajuste de la ampacidad que se indican en la sección 310.15 (B) (2) a los conductores instalados en las canalizaciones bajo el piso.

ARTÍCULO 392
Bandejas portacables

392.1 Alcance. Este Artículo trata de los sistemas de bandejas portacables, incluidos los tipos escalera, canal ventilado, fondo ventilado, fondo sólido y otras estructuras similares.

> **Nota**: Para mayor información sobre las bandejas portacables, véanse los documentos ANSI/NEMA-VE 1-1998, Metal Cable Tray Systems; NEMA-VE 2-1996, Metal Cable Tray Installation Guidelines y NEMA-FG-1998, Nonmetallic Cable Tray Systems.

392.2 Definición.

Sistema de bandejas portacables. Unidad o ensamble de unidades o secciones con sus accesorios asociados, que forman un sistema estructural utilizado para fijar o soportar y sujetar cables y canalizaciones.

392.3 Usos permitidos. Se permitirá el uso de bandejas portacables como sistema de soporte para conductores de acometida, alimentadores, circuitos ramales, circuitos de comunicaciones, circuitos de control y circuitos de señalización. Las instalaciones de bandejas portacables no se deben limitar a los establecimientos industriales. Cuando están expuestas a los rayos directos del sol, los conductores aislados y los cables con chaqueta deben estar identificados como resistentes a la luz solar. Las bandejas portacables y sus accesorios asociados deben estar identificados para el uso previsto.

(A) Métodos de alambrado. Se permitirán los métodos de alambrado de la Tabla 392.3(A) en sistemas de bandejas portacables, en las condiciones establecidas en sus respectivos artículos y secciones.

(B) En establecimientos industriales. Se permitirá utilizar los métodos de instalación de la Tabla 392.3 (A) en cualquier establecimiento industrial bajo las condiciones establecidas en sus respectivos artículos. Sólo en instalaciones industriales, cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que el sistema de bandejas portacables será atendido únicamente por personas calificadas, se permitirá instalar en bandejas portacables tipo escalera, canal ventilado, fondo sólido o de fondo ventilado cualesquiera de los cables especificados en las secciones 392.3 (B) (1) y (B) (2).

(1) Conductores individuales. Se permitirá la instalación de cables de un solo conductor, de acuerdo con las (B) (1) (a) hasta (B) (1) (c).

(a) Un cable de un solo conductor debe ser de calibre 1/0 AWG o mayor y de un tipo listado y marcado en su superficie para uso en bandejas portacables. Cuando se instalen en bandejas de tipo escalera cables de un solo conductor del 1/0 AWG hasta 4/0 AWG, la separación máxima permisible de los peldaños debe ser de 225 mm (9 pulgadas).

(b) Los cables de soldadura deben cumplir con las disposiciones del Artículo 630, Parte IV.

Tabla 392.3 (A). Métodos de alambrado

Método de alambrado	Artículo
Cable armado *(Armored Cable: Type AC)*	320
Cables para circuitos de televisión con antena comunal (CATV)	820
Canalizaciones para circuitos de televisión con antena comunal (CATV)	820
Cables de Clase 2 y Clase 3	725
Cables para comunicaciones	800
Canalizaciones para comunicaciones	800
Tubería eléctrica metálica *(Electrical Metallic Tubing: Type EMT)*	358
Tubería eléctrica no metálica *(Electrical Nonmetallic Tubing: Type ENT)*	362
Cables para sistemas de alarmas contra incendios	760
Conduit metálico flexible *(Flexible Metal Conduit: Type FMC)*	348
Tubería metálica flexible *(Flexible Metallic Tubing: Type FMT)*	360
Cables de instrumentación en bandejas *(Instrumentation Tray Cable: Type ITC)*	727
Conduit metálico intermedio *(Intermediate Metal Conduit: Type IMC)*	342
Conduit metálico flexible hermético a los líquidos *(Liquidtight Flexible Metal Conduit: Type LFMC)*	350
Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos *(Liquidtight Flexible Nonmetallic Conduit: Type LFNC)*	356
Cables con blindaje metálico *(Metal-Clad Cable: Type MC)*	330
Cables con aislamiento mineral y forro metálico *(Mineral-Insulated, Metal-Sheathed Cable: Type MI)*	332
Cable multiconductor de entrada de la acometida	338
Cable multiconductor para alimentadores y circuitos ramales subterráneos	340
Cable para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red	830
Cable con forro no metálico	334
Cable para circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada	760
Cables de fibra óptica	770
Canalizaciones para fibra óptica	770
Otros cables multiconductores, de control, de señalización o de fuerza ensamblados en fábrica que están aprobados específicamente para su instalación en bandejas portacables	
Conduit de cloruro de polivinilo PVC	352
Cables de fuerza y control para bandeja	336
Cables para sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada	760
Cable de potencia limitada para bandeja	725
Conduit metálico rígido	344
Conduit no metálico rígido	352
Conduit de resina termofija reforzada tipo RTRC	355
Canalización para señalización	725

(c) Los conductores individuales usados como conductores de puesta a tierra del equipo deben ser aislados, recubiertos o desnudos, y deben ser del 4 AWG o más grandes.

(2) Media tensión. Los cables multiconductores y de un solo conductor de media tensión deben ser cable de tipo MV. Los conductores individuales se deben instalar de acuerdo con la sección 392.3 (B) (1).

(C) Conductores de puesta a tierra de equipos. Se permitirá utilizar las bandejas metálicas portacables como conductores de puesta a tierra de los equipos, cuando su mantenimiento y supervisión continuos aseguren que el sistema de bandejas portacables instalado será atendido por personas calificadas, y que la bandeja portacables cumple lo establecido en la sección 392.7.

(D) En lugares (clasificados como) peligrosos. Las bandejas portacables ubicadas en lugares (clasificados como) peligrosos sólo deben contener los tipos de cables permitidos en las secciones 501.10, 502.10, 503.10, 504.20 y 505.15.

(E) Bandejas portacables no metálicas. Además de los usos permitidos en otra parte de la sección 392.3, se permitirá utilizar bandejas portacables no metálicas en áreas corrosivas y en las que se requiera aislamiento de tensión.

392.4 Usos no permitidos. No se deben utilizar sistemas de bandejas portacables en los fosos de los ascensores o donde puedan estar sujetos a daños físicos. Los sistemas de bandejas portacables no se deben utilizar en ductos, cámaras de distribución de aire ni otros espacios de circulación del aire de ventilación, excepto lo permitido en la sección 300.22 para soportar los métodos de alambrado reconocidos para su uso en dichos espacios.

392.5 Especificaciones de construcción.

(A) Resistencia y rigidez. Las bandejas portacables deben tener resistencia y rigidez suficientes para ofrecer un soporte adecuado a todos los cables instalados en ellas.

(B) Bordes redondeados. Las bandejas portacables no deben tener bordes afilados, rebabas ni salientes que puedan dañar el aislamiento o las chaquetas del alambrado.

(C) Protección contra la corrosión. Los sistemas de bandejas portacables deben ser de un material resistente a la corrosión. Si son de un material ferroso, el sistema debe estar protegido contra la corrosión, tal como se exige en la sección 300.6.

(D) Barandillas laterales. Las bandejas portacables deben tener barandillas laterales u otros miembros estructurales equivalentes.

(E) Accesorios. Las bandejas portacables deben incluir accesorios u otros medios adecuados para poder cambiar la dirección y elevación de los tramos.

(F) Bandejas portacables no metálicas. Las bandejas portacables no metálicas deben estar hechas de material retardante de la llama.

392.6 Instalación.

(A) Sistema completo. Las bandejas portacables se deben instalar como un sistema completo. Si

se hacen curvas o modificaciones durante la instalación, se deben hacer de manera que se mantenga la continuidad eléctrica del sistema de bandeja portacables y el soporte de los cables. Se permitirá que los sistemas de bandejas portacables tengan segmentos mecánicamente discontinuos entre los tramos de las bandejas portacables o entre los tramos de bandejas portacables y los equipos. El sistema debe ofrecer soporte a los cables según lo establecido en sus correspondientes artículos.

Cuando las bandejas portacables soportan conductores individuales y cuando los conductores pasan de una bandeja portacables a otra, o de una bandeja portacables a canalizaciones o equipos en donde los conductores terminan, la distancia de soporte entre las bandejas portacables o entre la bandeja portacables y las canalizaciones o el equipo no debe ser superior a 1.8 m (6 pies). Los conductores se deben asegurar a la(s) bandeja(s) portacables en la transición, y se deben proteger del daño físico mediante un dispositivo de protección o su ubicación adecuada.

Un puente de unión dimensionado de acuerdo con la sección 250.102, debe conectar las dos secciones de bandeja portacables o la bandeja portacables y la canalización o el equipo. La unión se debe hacer de acuerdo con la sección 250.96.

(B) Terminado antes de la instalación. Cada tramo de la bandeja portacables debe estar terminado antes de la instalación de los cables.

(C) Soportes. Se deben instalar soportes que eviten esfuerzos mecánicos sobre los cables, cuando éstos entren desde el sistema de bandeja portacables a canalizaciones u otros envolventes.

Las bandejas portacables se deben soportar a intervalos de acuerdo con las instrucciones de instalación.

(D) Cubiertas. En las partes o tramos en los que se requiera mayor protección, se deben instalar cubiertas o envolventes que proporcionen la protección requerida y que sean de un material compatible con el de la bandeja portacables.

(E) Cables multiconductores de 600 voltios nominales o menos. En la misma bandeja portacables se permitirá instalar cables multiconductores de 600 voltios nominales o menos.

(F) Cables de más de 600 voltios nominales. Los cables de más de 600 voltios nominales y aquellos 600 voltios nominales o menos, instalados en la misma bandeja portacables, deben cumplir con cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Los cables para tensiones nominales de más de 600 voltios son del tipo MC.

(2) Los cables para tensiones nominales de más de 600 voltios están separados de los cables de 600 voltios nominales o menos, por una barrera sólida fija de un material compatible con la bandeja portacables.

(G) A través de paredes y divisiones. Se permitirá que las bandejas portacables se prolonguen transversalmente a través de paredes y divisiones o verticalmente a través de pisos y plataformas en lugares mojados o secos cuando las instalaciones, completas con los cables instalados, se realicen de acuerdo con los requisitos de la sección 300.21.

(H) Expuestos y accesibles. Las bandejas portacables deben estar expuestas y accesibles, excepto en lo permitido por la sección 392.6 (G).

(I) Acceso adecuado. Alrededor de las bandejas portacables se debe dejar y mantener un espacio suficiente que permita el acceso adecuado para la instalación y mantenimiento de los cables.

(J) Canalizaciones, cables, cajas y cuerpos de conduit soportados por el sistema de bandejas portacables. En instalaciones industriales, cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que el sistema de bandejas portacables es atendido únicamente por personas calificadas y el sistema de bandejas portacables esté diseñado e instalado de modo que puedan soportar la carga, se permitirá que tales sistemas soporten las canalizaciones, cables, cajas y cuerpos de conduit especificados en la sección 314.1. Para la terminación de las canalizaciones en la bandeja, se debe utilizar una abrazadera listada para cable en bandeja o adaptador listado para sujetar firmemente la canalización al sistema de la bandeja portacables. El soporte y la sujeción adicionales de la canalización deben estar acordes con los requisitos del artículo correspondiente a la canalización.

Para canalizaciones o cables tendidos en paralelo, y fijos a la parte inferior o lateral de un sistema de bandeja portacables, el soporte y la sujeción deberá cumplir los requisitos del artículo apropiado sobre la canalización o cable.

Para cajas y cuerpos de conduit fijos a la parte inferior o lateral de un sistema de bandeja portacables, el soporte y la sujeción deben estar de acuerdo con los requisitos de la sección 314.23.

392.7 Puesta a tierra.

(A) Bandejas portacables metálicas. Las bandejas portacables metálicas que soporten conductores eléctricos se deben poner a tierra tal como se exige para los envolventes de conductores en la sección 250.96 y la Parte IV del Artículo 250.

(B) Sistemas de bandejas portacables de acero o aluminio. Se permitirá utilizar como conductor de puesta a tierra de equipos una bandeja portacables de acero o aluminio, siempre que se cumplan todos los siguientes requisitos:

(1) Las secciones de la bandeja portacables y los accesorios están identificados como un conductor de puesta atierra de equipos.

(2) El área de la sección transversal mínima de la bandeja portacables debe cumplir con los requisitos de la Tabla 392.7 (B).

(3) Todas las secciones de la bandeja portacables y los accesorios deben estar marcados de manera legible y duradera, indicando el área de la sección transversal de la parte metálica de la bandeja de canal o las bandejas portacables de una pieza, y el área de la sección transversal total de ambas barandillas laterales en las bandejas de tipo escalera o de fondo.

(4) Las secciones de una bandeja portacables, los accesorios y las canalizaciones conectadas se unen, según lo establecido en la sección 250.96, usando conectores metálicos atornillados o puentes de unión dimensionados e instalados según los requisitos de la sección 250.102.

392.8 Instalación de los cables.

(A) Empalmes de cables. Se permitirá que dentro de una bandeja portacables haya empalmes hechos y aislados con métodos aprobados, siempre que sean accesibles. Se permitirá que los empalmes sobresalgan por encima de las barandillas laterales cuando no estén sometidos a daño físico.

(B) Cables sujetados y asegurados. En tramos distintos de los horizontales, los cables se deben sujetar y asegurar a los travesaños de las bandejas portacables.

(C) Conduit y tubería con adaptadors. No se exigirá la instalación de una caja, cuando los cables o conductores estén instalados en conduit o tuberías con adaptadors utilizados para soporte o protección contra daños físicos.

Tabla 392.7 (B). Requisitos de área de metal para bandejas portacables utilizadas como conductores de puesta a tierra de equipos

Valor máximo de amperios nominales de los fusibles, ajuste de disparo en amperios de los interruptores automáticos o del relé protector del circuito, o ajuste de disparo en amperios para protección contra fallas a tierra de cualquier cable del circuito en un sistema de bandeja portacables.	Área de la sección transversal mínima de la parte metálica[a]			
	Bandejas portacables de acero		Bandejas portacables de aluminio	
	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²
60	129	0.2	129	0.2
100	258	0.4	129	0.2
200	451.5	0.7	129	0.2
400	645	1	258	0.4
6000	967.5	1.50[b]	258	0.4
1000	--	--	387	0.6
1200	--	--	645	1
1600	--	--	967.5	1.5
2000	--	--	1290	2.00[b]

a) Área de la sección transversal total de las dos barandillas laterales de las bandejas tipo escalera o bandejas portacables con fondo, o área de la sección transversal mínima del metal en las bandejas de canal o las construidas de una pieza.

b) No se deben utilizar bandejas portacables de acero como conductores de puesta a tierra de los equipos en los circuitos con protección contra falla a tierra superior a 600 amperios. No se deben utilizar bandejas portacables de aluminio como conductores de puesta a tierra de los equipos en los circuitos con protección contra falla a tierra superior a 2000 amperios.

(D) Conectados en paralelo. Cuando los conductores individuales que conforman cada fase, neutro o conductor puesto a tierra de un circuito de corriente alterna se conecten en paralelo, tal como lo permite la sección 310.4, los conductores se deben instalar en grupos que consten máximo de un conductor por fase, neutro o conductor puesto a tierra, para evitar desequilibrios de corrientes en los conductores en paralelo debidos a la reactancia inductiva.
Los conductores individuales se deben atar y asegurar en grupos de circuitos, para evitar movimiento excesivo debido a las fuerzas magnéticas de la corriente de falla, a menos que los conductores individuales estén cableados conjuntamente, por ejemplo en ensambles de tres cables.

(E) Conductores individuales. Cuando alguno de los conductores individuales instalados en una bandeja portacables de escalera o fondo ventilada sea del calibre 1/0 AWG al 4/0 AWG, todos los conductores individuales se deben instalar en una sola capa. Se permitirá que los conductores que están atados conjuntamente para abarcar cada grupo de un circuito, se instalen en forma diferente de una sola capa.

392.9 Número de cables multiconductores de 2000 voltios nominales o menos, en bandejas portacables. El número de cables multiconductores de 2000 voltios nominales o menos, permitidos en una sola bandeja portacables, no debe exceder lo establecido en esta sección. Los calibres de los conductores que se indican, se aplican tanto a conductores de cobre como de aluminio.

(A) Cualquier combinación de cables. Cuando una bandeja portacables de escalera o fondo ventilado contenga cables multiconductores de fuerza o de alumbrado o cualquier combinación de cables multiconductores de fuerza, alumbrado, control y señalización, el número máximo de cables debe cumplir con lo siguiente:

(1) Si todos los cables son de calibre 4/0 AWG o más grandes, la suma de los diámetros de todos los cables no debe exceder el ancho de la bandeja y los cables deben ir instalados en una sola capa. Cuando la ampacidad del cable está determinada de acuerdo con la sección 392.11 (A) (3), el ancho de la bandeja portacables no debe ser inferior a la suma de los diámetros de los cables y la suma de los anchos de las separaciones exigidas entre los cables.

(2) Si todos los cables son de calibre inferior al 4/0 AWG, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el área de ocupación máxima de cables permitida en la columna 1 de la Tabla 392.9, para el ancho correspondiente de la bandeja portacables.

(3) Si en la misma bandeja portacables se instalan cables de calibre 4/0 AWG o mayores, con cables de calibre menor que el 4/0, AWG, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables inferiores al 4/0 AWG no debe exceder el área de ocupación máxima permisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 392.9, para el ancho correspondiente de la bandeja.
Los cables de calibre 4/0 AWG y más grandes se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos.

(B) Cables multiconductores de control y/o señalización únicamente. Cuando una bandeja portacables de escalera o fondo ventilado, con una profundidad interior útil de 150 mm (6 pulgadas) o menos, contenga sólo cables multiconductores de control y/o señalización, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables en cualquier sección transversal no

debe exceder el 50% del área de la sección transversal interior de dicha bandeja. Se debe usar una profundidad de 150 mm (6 pulgadas) para calcular el área de la sección interior permisible de cualquier bandeja portacables que tenga una profundidad interior útil de más de 150 mm (6 pulgadas).

(C) Bandejas portacables de fondo sólido que contienen cualquier combinación de cables. Cuando haya bandejas portacables de fondo sólido con cables multiconductores de fuerza o alumbrado o cualquier combinación de cables multiconductores de fuerza, alumbrado, señales y control, el número máximo de cables debe cumplir con lo siguiente:

(1) Si todos los cables son del 4/0 AWG o mayores, la suma de los diámetros de todos ellos no debe exceder el 90 % del ancho de la bandeja y los cables deben estar instalados en una sola capa.

(2) Si todos los cables son inferiores al 4/0 AWG, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el área de ocupación máxima de cables permitida en la columna 3 de la Tabla 392.9, para el ancho correspondiente de la bandeja.

(3) Si en la misma bandeja se instalan cables del 4/0 AWG o más grandes, con cables más pequeños que el 4/0 AWG, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables inferiores al 4/0 AWG no debe exceder el área de ocupación máxima permitida resultante del cálculo de la columna 4 de la Tabla 392.9, para el ancho correspondiente de la bandeja. Los cables del 4/0 AWG y más grandes se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos.

(D) Cables multiconductores sólo de control y/o señalización en bandejas de fondo sólido. Cuando una bandeja portacables de fondo sólido, con una profundidad interior útil de 150 mm (6 pulgadas) o menos, contenga sólo cables multiconductores de control y/o señalización, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables en cualquier sección transversal de la bandeja no debe exceder el 40% del área de la sección transversal interior de dicha bandeja. Se debe usar una profundidad de 150 mm (6 pulgadas) para calcular el área máxima de la sección interior permisible de cualquier bandeja portacables que tenga una profundidad interior útil de más de 150 mm (6 pulgadas).

(E) Bandejas portacables de canal ventilado. Cuando las bandejas portacables de canal ventilado contengan cables multiconductores de cualquier tipo, se debe aplicar lo siguiente:

(1) Cuando se instale solamente un cable multiconductor, el área de su sección transversal no debe exceder el valor especificado en la columna 1 de la Tabla 392.9 (E).

(2) Cuando se instale más de un cable multiconductor, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el valor especificado en la columna 2 de la Tabla 392.9 (E).

(F) Bandejas portacables de canal sólido. Cuando las bandejas portacables de canal sólido contengan cables multiconductores de cualquier tipo, se debe aplicar lo siguiente:

(1) Cuando se instale solamente un cable multiconductor, el área de su sección transversal no debe exceder el valor especificado en la columna 1 de la Tabla 392.9 (F).

(2) Cuando se instale más de un cable multiconductor, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el valor especificado en la columna 2 de la Tabla 392.9 (F).

Tabla 392.9. Área de ocupación permisible para cables multiconductores en bandejas portacables de tipo escalera, fondo ventilado o fondo sólido para cables de 2000 voltios nominales o menos

Ancho interior de la bandeja		Área de ocupación máxima permisible para cables multiconductores							
		Bandejas portacables tipo escalera o fondo ventilado, sección 392.9 (A)				Bandejas portacables tipo fondo sólido, sección 392.9 (C)			
		Columna 1 Aplicable solo por la sección 392.9 (A) (2)		Columna 2ª Aplicable solo por la sección 392.9 (A) (3)		Columna 3 Aplicable solo por la sección 392.9 (C) (2)		Columna 4ª Aplicable solo por la sección 392.9 (C) (3)	
mm	pulgada	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²
150	6	4500	7	4,500 - (30 Sd)[b]	7 - (1.2 Sd)[b]	3500	5.5	3,500-(25Sd[b])	5.5-Sd[b]
225	9	6800	10.5	6,800 - (30Sd)	10.5 - (1.2 Sd)	5100	8	5,100-(25 Sd)	8.0-Sd
300	12	9000	14	9,000 - (30 Sd)	14 - (1.2 Sd)	7100	11	7,100-(25 Sd)	11.0-Sd
450	18	13500	21	13,500 - (30 Sd)	21 - (1.2 Sd)	10600	16.5	10,600-(25 Sd)	16.5-Sd
600	24	18000	28	18,000 - (30 Sd)	28 - (1.2 Sd)	14200	22	14,200-(25 Sd)	22.0-Sd
750	30	22500	35	22,500 - (30 Sd)	35- (1.2 Sd)	17700	27.5	17,700-(25 Sd)	27.5-Sd
900	36	27000	42	27,000 - (30 Sd)	42- (1.2 Sd)	21300	33	21,300-(25 Sd)	33.0-Sd

[a]Se deben calcular las áreas de ocupación máxima permisible de las columnas 2 y 4. Por ejemplo, la ocupación máxima permisible, en mm², para una bandeja portacables de 150 mm de ancho en la columna 2, debe ser 4500 menos (30 multiplicado por Sd).[La ocupación máxima permisible, en pulgadas cuadradas, para una bandeja portacables de seis pulgadas de ancho en la columna 2 debe ser 7 menos (1.2 multiplicado por Sd)]

[b]El término Sd de las columnas 2 y 4 es la suma de los diámetros, en mm, de todos los cables multiconductores de 107.2 mm (en pulgadas, de todos los de 4/0 AWG) y más grandes instalados en la misma bandeja con cables más pequeños.

392.10 Número de cables de un solo conductor para 2000 voltios nominales o menos en bandejas portacables. El número de cables de un solo conductor de 2000 voltios nominales o menos, permitidos en una sola sección de una bandeja portacables, no debe exceder los requisitos de esta sección. Los conductores individuales o los ensambles de conductores se deben distribuir uniformemente a lo ancho de toda la bandeja. Los calibres de los conductores que se consideran, se aplican tanto a conductores de cobre como de aluminio.

(A) Bandejas portacables de tipo escalera o de fondo ventilado. Cuando una bandeja portacables de escalera o de fondo ventilado contenga cables de un solo conductor, el número máximo de dichos cables debe cumplir los siguientes requisitos:

(1) Si todos los cables son de 1000 kcmil o mayores, la suma de los diámetros de todos los cables de un solo conductor no debe exceder el ancho de la bandeja y todos los cables se deben instalar en una sola capa. Se permitirá que los conductores que están atados conjuntamente para abarcar cada grupo de un circuito, se instalen en forma diferente de una sola capa.

Tabla 392.9 (E). Área de ocupación permisible para cables multiconductores en bandejas portacables de canal ventilado para cables de 2000 voltios nominales o menos

Ancho interior de la bandeja		Área de ocupación máxima permisible para cables multiconductores			
		Columna 1 Un solo cable		Columna más de Un solo cable	
mm	pulgada	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²
75	3	1500	2.3	850	1.3
100	4	2900	4.5	1600	2.5
150	6	4500	7	2450	3.8

Tabla 392.9 (F). Área de ocupación permisible para cables multiconductores en bandejas portacables de canal sólido para cables de 2000 voltios nominales o menos

Ancho interior de la bandeja		Área de ocupación máxima permisible para cables multiconductores			
		Columna 1 Un solo cable		Columna más de Un solo cable	
mm	pulgada	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²
50	2	850	1.3	500	0.8
75	3	1300	2.0	700	1.1
100	4	2400	3.7	1400	2.1
150	6	3600	5.5	2100	3.2

(2) Si todos los cables son de 250 kcmil hasta 900 kcmil, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables de un solo conductor, no debe exceder el área de ocupación máxima permitida en la columna 1 de la Tabla 392.10(A) para el ancho correspondiente de la bandeja.

(3) Si se instalan en la misma bandeja cables de un solo conductor de 1000 kcmil o mayores con cables de un solo conductor inferiores al 1000 kcmil, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables inferiores al 1000 kcmil no debe exceder el área de ocupación máxima permisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 392.10(A), para el ancho correspondiente de la bandeja.

(4) Cuando cualquiera de los cables de un solo conductor instalados sea del 1/0 AWG hasta 4/0 AWG, la suma de los diámetros de todos los cables de un solo conductor no debe exceder el ancho de la bandeja.

(B) Bandejas de canal ventilado. Cuando una bandeja portacables de canal ventilado de 50 mm (2 pulgadas), 75 mm (3 pulgadas), 100 mm (4 pulgadas) o 150 mm (6 pulgadas) de ancho contenga cables de un solo conductor, la suma de los diámetros de todos los cables de un solo conductor no debe exceder el ancho interior del canal.

392.11 Ampacidad de los cables de tensiones nominales de 2000 voltios o menos, en bandejas portacables.

(A) Cables multiconductores. La ampacidad permisible de los cables multiconductores de 2000 voltios nominales o menos, instalados según los requisitos de la sección 392.9, debe ser como se establece en las Tablas 310.16 y 310.18, sujeta a las disposiciones de los numerales (1), (2), (3) y la sección 310.15 (A) (2).

(1) Los factores de corrección de la sección 310.15 (B) (2) (a) se deben aplicar únicamente a cables multiconductores con más de tres conductores portadores de corriente. La corrección se debe limitar al número de conductores portadores de corriente en el cable y no al número de conductores en la bandeja portacables.

(2) Cuando las bandejas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.8 m (6 pies) con cubiertas sólidas sin ventilación, no se permitirá que los cables multiconductores tengan más del 95 % de la ampacidad permisible de las Tablas 310.16 y 310.18.

(3) Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en bandejas sin cubiertas, manteniendo una separación entre cables no inferior al diámetro de un cable, su ampacidad no debe exceder las ampacidades permisibles, corregidas para la temperatura ambiente, de los cables multiconductores, con no más de tres conductores aislados de 0 a 2 000 voltios nominales al aire libre, de acuerdo con la sección 310.15 (C).

Nota: Véase la Tabla B.310.3.

Tabla 392.10 (A). Área de ocupación permisible para cables de un solo conductor en bandejas portacables tipo escalera o fondo ventilado, para cables de 2000 voltios nominales o menos

Ancho interior de la bandeja portacables		Área de ocupación máxima permisible para cables de un solo conductor en bandejas portacables tipo escalera o fondo ventilado.			
		Columna 1 Aplicable sólo por la sección 392.10 (A) (2)		Columna 2ª Aplicable sólo por la sección 392.10 (A) (3)	
mm	pulgada	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²
150	6	4,200	6.5	4,200 - (28 Sd)[b]	6.5 - (1.1 Sd)[b]
225	9	6,100	9.5	6,100 - (28 Sd)	9.5 - (1.1 Sd)
300	12	8,400	13.0	8,400 - (28 Sd)	13.0 - (1.1 Sd)
450	18	12,600	19.5	12,600 - (28 Sd)	19.5 - (1.1 Sd)
600	24	16,800	26.0	16,800 - (28 Sd)	26.0 - (1.1 Sd)
750	30	21,000	32.5	21,000 - (28 Sd)	32.5 - (1.1 Sd)
900	36	25,200	39.0	25,200 - (28 Sd)	39.0 - (1.1 Sd)

[a]Se deben calcular las áreas de ocupación máxima permisible de la columna 2. Por ejemplo, la ocupación máxima permisible, en mm², de una bandeja de 150 mm de ancho en la columna 2, debe ser 4200 menos (28 multiplicado por Sd).[la ocupación máxima permisible, en pulgadas², de una bandeja de 6 pulgadas de ancho en la columna 2, debe ser 6.5 menos (1.1 multiplicado por Sd)].

[b]El término Sd de la columna 2 es igual a la suma de los diámetros, en mm, de todos los cables de un solo conductor de 507 mm² (en pulgadas, de todos los cables de un solo conductor de 1000 kcmil) y mayores, instalados en la misma bandeja portacables tipo escalera o fondo ventilado, con cables más pequeños.

(B) Cables de un solo conductor. La ampacidad permisible para cables de un solo conductor debe ser como lo permite la sección 310.15 (A) (2). Los factores de corrección de la sección 310.15 (B) (2)

(a) no se deben aplicar a la ampacidad de los cables en las bandejas portacables. La ampacidad de los cables de un solo conductor o de los conductores individuales alambrados juntos (en grupos de tres conductores trenzados, cuatro conductores trenzados, etc.) de 2000 voltios nominales o menos, debe cumplir lo siguiente:

(1) Cuando estén instalados según los requisitos de la sección 392.10, la ampacidad de los cables de un solo conductor de 600 kcmil y mayores en bandejas portacables sin cubiertas, no debe exceder el 75% de la ampacidad permisible de las Tablas 310.17 y 310.19. Cuando las bandejas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.8 m (6 pies) con cubiertas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables de 600 kcmil y más, no debe exceder el 70 % de la ampacidad permisible de las Tablas 310.17 y 310.19.

(2) Cuando estén instalados según los requisitos de la sección 392.10, la ampacidad de los cables de un solo conductor del 1/0 AWG a 500 kcmil en bandejas sin cubiertas, no debe exceder el 65% de la ampacidad permisible de las Tablas 310.17 y 310.19. Cuando las bandejas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.8 m (6 pies) con tapas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables del 1/0 AWG al 500 kcmil no debe exceder el 60% de la ampacidad permisible de las Tablas 310.17 y 310.19.

(3) Cuando se instalen conductores individuales en una sola capa en bandejas portacables sin cubiertas, manteniendo una separación entre los conductores individuales no inferior al diámetro de un cable, la ampacidad de los cables del 1/0 AWG y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de las Tablas 310.17 y 310.19.

Excepción para (B) (3): para las bandejas portacables de fondo sólido, la ampacidad de los cables de un solo conductor se debe determinar de acuerdo con la sección 310.15 (C).

(4) Cuando se instalen conductores individuales en configuración triangular o cuadrada en bandejas portacables sin cubiertas, manteniendo un espacio de aire libre no inferior a 2.15 veces el diámetro (2.15 x D.E.) del conductor más grande contenido en la configuración, entre las configuraciones de conductores o cables adyacentes, la ampacidad de los cables del 1/0 AWG y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de 2 ó 3 conductores individuales aislados de 0 a 2000 voltios nominales sostenidos en un mensajero, de acuerdo con la sección 310.15 (B).

Nota. Véase la Tabla 310.20.

(C) Combinaciones de cables multiconductores y cables de un solo conductor. Cuando una bandeja portacables contiene una combinación de cables multiconductores y de un solo conductor, la ampacidad permisible debe ser la indicada en la sección 392.11(A) para los cables multiconductores y la sección 392.11 (B) para cables de un solo conductor. Siempre que se apliquen las siguientes condiciones:

(1) La suma del área de ocupación del cable multiconductor como porcentaje del área de ocupación permisible para la bandeja, calculada según la sección 392.9, y el área de ocupación del cable de un solo conductor como porcentaje del área de ocupación permisible de la bandeja, calculada según la sección 392.10, totaliza no más del 100 %.

(2) Los cables multiconductores estén instalados de acuerdo con la sección 392.9 y los cables de un solo conductor se instalen de acuerdo con las secciones 392.10 y 392.8 (D) y (E).

392.12 Número de cables de Tipo MV y MC (de 2001 voltios nominales o más) en bandejas portacables. El número de cables de 2001 voltios nominales en adelante permitido en una sola bandeja portacables no debe exceder los requisitos de esta sección.

La suma de los diámetros de los cables de un solo conductor y multiconductores no debe exceder el ancho de la bandeja portacable y los cables deben estar instalados en una sola capa. Cuando los cables de un solo conductor vayan en grupos de tres conductores trenzados, cuatro conductores trenzados o atados juntos formando grupos por circuitos, la suma de los diámetros de los conductores individuales no debe exceder el ancho de la bandeja portacable y estos grupos se deben instalar en una sola capa.

392.13 Ampacidad de los cables de Tipo MV y MC (de 2001 voltios nominales o más) en bandejas portacables. La ampacidad de los cables de 2001 voltios nominales en adelante, instalados según la sección 392.12, no debe exceder los requisitos de esta sección.

(A) Cables multiconductores (de 2001 voltios nominales o más). La ampacidad permisible de los cables multiconductores debe ser como se establece en las Tablas 310.75 y 310.76, sujeta a las siguientes disposiciones:

(1) Cuando las bandejas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.8 m (6 pies) con cubiertas sólidas sin ventilación, se permitirá como máximo el 95% de la ampacidad permisible de las Tablas 310.75 y 310.76, para los cables multiconductores.

(2) Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en bandejas portacables sin tapas, manteniendo una separación entre cables no inferior al diámetro de un cable, su ampacidad no debe exceder las ampacidades permisibles de las Tablas 310.71 y 310.72.

(B) Cables de un solo conductor (de 2001 voltios nominales o más). La ampacidad de los cables de un solo conductor o los conductores individuales en grupos de tres conductores trenzados, cuatro conductores trenzados, etc., deben cumplir lo siguiente:

(1) La ampacidad de los cables de un solo conductor del 1/0 AWG y mayores en bandejas portacables sin cubiertas, no debe exceder el 75% de la ampacidad permisible de las Tablas 310.69 y 310.70. Cuando las bandejas portacables estén cubiertas por más de 1.8 m (6 pies) con tapas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables de un solo conductor del 1/0 AWG y mayores no debe exceder el 70 % de la ampacidad permisible de las Tablas 310.69 y 310.70.

(2) Cuando se instalen cables de un conductor individual en una sola capa en bandejas sin cubiertas, manteniendo una separación entre conductores individuales no inferior al diámetro de un cable, la ampacidad de los cables del 1/0 AWG y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de las Tablas 310.69 y 310.70.

(3) Cuando se instalen conductores individuales en configuración triangular o cuadrada en bandejas

portacables sin cubierta, manteniendo un espacio de aire libre no inferior a 2.15 veces el diámetro (2.15 x DE) del conductor más grande contenido en la configuración, entre las configuraciones de conductores o cables adyacentes, la ampacidad de los cables del 1/0 AWG y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de las Tablas 310.67 y 310.68.

ARTÍCULO 394
Alambrado oculto sobre aisladores de perilla y tubo

I. Generalidades

394.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para las alambrado oculto sobre aisladores de perilla y tubo.

394.2 Definición.
Alambrado oculto sobre aisladores de perilla y tubo. Método de alambrado que utiliza perillas, tubos y tubería no metálica flexible para la protección y el soporte de conductores aislados individuales.

II. Instalación

394.10 Usos permitidos. El alambrado oculto sobre aisladores de perilla y tubo se permitirá instalarlo en los espacios vacíos de paredes y cielos rasos, o en áticos o espacios bajo los techos, sin acabado, según lo especifica la sección 394.23, únicamente en los siguientes casos:

(1) Para extensiones de instalaciones existentes.

(2) En otros lugares con permiso especial.

394.12 Usos no permitidos. No se debe usar alambrado oculto sobre aisladores de perilla y tubo en los siguientes lugares:

(1) Garajes comerciales.

(2) Teatros y lugares similares.

(3) Estudios cinematográficos.

(4) Lugares (clasificados como) peligrosos.

(5) Espacios huecos de las paredes, cielos rasos y áticos, cuando dichos espacios estén aislados por material suelto, enrollado o esponjoso que envuelva los conductores.

394.17 A través o en paralelo a los miembros estructurales. Cuando los conductores pasen a través de agujeros en los miembros estructurales, deben cumplir lo establecido en la sección 398.17. Cuando pasen a través de miembros estructurales de madera en divisiones de yeso, los conductores se deben proteger mediante tubos aislantes no combustibles y no absorbentes que se prolonguen no menos de 75 mm (3 pulgadas) más allá de los miembros de madera.

394.19 Distancias.

(A) Generalidades. Entre los conductores se debe mantener una distancia no inferior a 75 mm (3 pulgadas) y una distancia no inferior a 25 mm (1 pulgada) entre el conductor y la superficie sobre la que pase.

(B) Espacio limitado para el conductor. Cuando haya poco espacio para cumplir con las anteriores distancias de seguridad, como en los medidores, paneles de distribución, salidas y puntos de interrupción, los conductores individuales se deben encerrar en tubería no metálica flexible que debe ser de tramo continuo entre el último soporte y el envolvente o punto terminal.

(C) Distancia desde tuberías, conductores expuestos, etc. Los conductores deben cumplir las disposiciones de la sección 398.19 con respecto a las distancias desde otros conductores expuestos, tuberías, etc.

394.23 En áticos accesible. Los conductores en áticos sin acabar y espacios bajo el techo deben cumplir las disposiciones de las secciones 394.23 (A) o (B).

> **Nota**. En cuanto a los límites de temperatura de los conductores, véase la sección 310.10.

(A) Accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo de las vigas del piso, columnas o travesaños diagonales o a través de agujeros perforados en los mismos. Cuando pasen a través de agujeros perforados, los conductores que atraviesen las vigas, columnas o travesaños diagonales a una altura no inferior a 2.1 m (7 pies) por encima del piso o vigas de piso, deben protegerse mediante barrotes fuertes que se prolonguen no menos de 25 mm (1 pulgada) a cada lado de los conductores. Estos barrotes deben estar sujetados y asegurados en su lugar. No se exigirán barrotes ni tiras protectoras para conductores instalados a lo largo de las vigas, columnas o travesaños diagonales.

(B) No accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo de las vigas del piso, columnas o travesaños diagonales o a través de agujeros perforados en los mismos.

> *Excepción: En edificios terminados antes de hacer la instalación, en los espacios en el ático y bajo el techo que no sean accesibles por una escalera permanente o de mano, y que tengan en todos sus puntos una altura de techo inferior a 900 mm (3 pies), se permitirá instalar el alambrado en los bordes de los travesaños inclinados o vigas que estén hacia el espacio del ático o techo.*

394.30 Sujeción y soporte.

(A) Soporte. Los conductores deben estar soportados rígidamente sobre materiales aislantes no combustibles y no absorbentes y no deben estar en contacto con ningún otro objeto. Los soportes se deben instalar como sigue:

> (1) Dentro de los primeros 150 mm (6 pulgadas) a cada lado de cada empalme o derivación.
>
> (2) A intervalos no superiores a 1.4 m (4 ½ pies).

Cuando no es posible colocar soportes, se permitirá tender, los conductores a través de espacios huecos en lugares secos, si cada conductor está encerrado individualmente en una tubería no metálica flexible que debe estar en tramos continuos entre soportes, entre cajas o entre un soporte y una caja.

(B) Sujeción. Cuando se utilicen aisladores sólidos de perilla, los conductores se deben sujetar y asegurar a ellos mediante alambres de amarre con un aislamiento equivalente al del conductor.

394.42 Dispositivos. Los interruptores deben cumplir con las secciones 404.4 y 404.10 B).

394.56 Empalmes y derivaciones. Los empalmes se deben soldar, a no ser que se utilicen dispositivos de empalme aprobados. No se deben hacer empalmes en línea o que estén sometidos a tensión mecánica.

III. Especificaciones de construcción

394.104 Conductores. Los conductores deben ser del tipo que se especifica en el Artículo 310.

ARTÍCULO 396
Alambrado sostenido por mensajero

I. Generalidades

396.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para el alambrado sostenido por mensajero.

396.2 Definición.

Alambrado sostenido por mensajero. Sistema de soporte de alambrado expuesto que usa mensajeros para sostener conductores aislados mediante uno de los siguientes medios:

(1) Un mensajero con anillos y guardacabos para soportar los conductores.

(2) Un mensajero con amarres (espiral de alambre que envuelve al conductor y al mensajero) instalados en obra para sostener los conductores.

(3) Un cable aéreo ensamblado en fábrica.

(4) Cables múltiplex que utilizan un conductor desnudo, ensamblado en fábrica y trenzado con uno o más conductores aislados, formando construcciones tipo dúplex (dos conductores trenzados), tríplex (tres conductores trenzados) o cuádruplex (cuatro conductores trenzados).

II. Instalación

396.10 Usos permitidos.

(A) Tipos de cables. En instalaciones con alambrado soportado por mensajero se permitirá instalar los tipos de cables de la Tabla 396.10 (A), bajo las condiciones descritas en el artículo o sección que se mencionan para cada uno.

(B) En establecimientos industriales. En establecimientos industriales solamente, cuando sus condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación soportada por mensajero será atendida únicamente por personas calificadas, se permitirá usar los siguientes cables:

(1) Cualquiera de los tipos de conductores mostrados en la Tabla 310.13 (A) o en la Tabla 310.13 (B).

(2) Cable tipo MV.
Cuando estén expuestos a la intemperie, los conductores deben estar listados para su uso en lugares mojados. Cuando estén expuestos a los rayos directos del sol, los cables o conductores deben ser resistentes a la luz del sol.

(C) En lugares (clasificados como) peligrosos. Se permitirán los alambrados soportados mensajeros en lugares (clasificados como) peligrosos cuando los cables de las mismas estén permitidos para

tal uso según las secciones 501.10, 502.10, 503.10 y 504.20

Tabla 396.10 (A). Tipos de cable

Tipo de cable	Sección	Artículo
Cable de media tensión		328
Cable con blindaje metálico		330
Cable con aislamiento mineral y forro metálico		332
Cable multiconductor de entrada de la acometida		338
Cable multiconductor para alimentadores y circuitos ramales subterráneos		340
Otros cables multiconductores, de control, de señalización o de fuerza ensamblados en fábrica que están identificados para ese uso		
Cables de fuerza y control para bandeja		336
Cable de potencia limitada para bandeja	725.154 (C) y 725.179 (E)	

396.12 Usos no permitidos. No se debe usar alambrados soportados por mensajeros en los fosos de ascensores o cuando estén expuestos a daños físicos.

396.30 Mensajero

(A) Soporte. Los mensajeros se deben sostener por los extremos muertos y en puntos intermedios, de modo que se elimine la tensión mecánica sobre los conductores. No se permitirá que los conductores estén en contacto con los soportes de los mensajeros ni con miembros estructurales, paredes o tuberías.

(B) Conductor del neutro. Cuando el mensajero se usa como conductor del neutro debe cumplir con los requisitos de las secciones 225.4, 250.184 (A), 250.184 (B) (7) y 250.186 (B).

(C) Conductor de puesta a tierra del equipo. Cuando el mensajero se usa como conductor de puesta a tierra del equipo debe cumplir con los requisitos de las secciones 250.32 (B), 250.118, 250.184 (B) (8) y 250.186 (D).

396.56 Empalmes y derivaciones de los conductores. En los alambrados sostenidos por mensajeros, se permitirán empalmes y derivaciones de los conductores que estén hechas y aisladas por métodos aprobados.

396.60 Puesta a tierra. El mensajero se debe poner a tierra tal como lo exigen las secciones 250.80 y 250.86 para la puesta a tierra de gabinetes.

ARTÍCULO 398
Alambrado abierto sobre aisladores

I. Generalidades

398.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para el alambrado abierto sobre aisladores.

398.2 Definición.

Alambrado abierto sobre aisladores. Método de alambrado expuesto en el que se usan abrazaderas, aisladores de perilla, tubos y tubería flexible para la protección y soporte de conductores aislados individuales tendidos en edificios o sobre ellos.

II. Instalación

398.10 Usos permitidos. Se permitirán instalaciones de alambrado abierto sobre aisladores en sistemas de 600 voltios nominales o menos, sólo en establecimientos industriales o agrícolas en los siguientes casos:

(1) En interiores o exteriores.

(2) En lugares secos o mojados.

(3) Cuando estén sometidos a vapores corrosivos.

(4) Para acometidas.

398.12 Usos no permitidos. No se permitirán instalaciones de alambrado abierto sobre aisladores cuando están ocultas por la estructura de un edificio.

398.15 Instalaciones expuestas.

(A) Lugares secos. En lugares secos y cuando no estén expuestos a daños físicos, se permitirá que los conductores estén encerrados independientemente en tubería flexible no metálica. La tubería debe ser de tramos continuos no superiores a 4.5 m (15 pies) y se debe fijar a la superficie con abrazaderas a intervalos no superiores a 1.4 m (4 ½ pies).

(B) Espacios de entrada de los conductores en lugares sometidos al agua, a la humedad o a vapores corrosivos. Cuando los conductores entren o salgan de lugares sometidos al agua, a la humedad o a vapores corrosivos, se debe formar con ellos un bucle de goteo y después pasarlos hacia arriba y hacia adentro, desde el exterior del edificio, o desde el lugar húmedo, mojado o corrosivo a través de tubos aislantes no combustibles y no absorbentes.

Nota. Para conductores individuales que entran o salen de edificios u otras estructuras, véase la sección 230.52.

(C) Expuestos a daños físicos. Se deben considerar expuestos a daños físicos los conductores que

estén dentro de los primeros 2.1 m (7 pies) sobre del piso. Cuando los conductores abiertos que atraviesen vigas del techo y columnas de pared y estén expuestos a daños físicos, se deben proteger por alguno de los siguientes métodos:

(1) Tiras protectoras de espesor nominal no inferior a 25 mm (1 pulgada) y una altura como mínimo igual a la de los soportes aislantes, colocadas en cada lado y cerca del conductor.

(2) Mediante un larguero sólido, de mínimo 13 mm (½ pulgada) de espesor, en el que se apoyen los conductores, con protecciones laterales. Estos largueros deben prolongarse como mínimo 25 mm (1 pulgada) fuera de los conductores, pero no más de 50 mm (2 pulgadas) y los laterales de protección deben tener como mínimo 50 mm (2 pulgadas) de altura y 25 mm (1 pulgada) de espesor nominal.

(3) Mediante una caja hecha de acuerdo con las secciones 398.15 (C) (1) o (C) (2) y equipada con una cubierta retirada al menos 25 mm (1 pulgada) de los conductores que pasan por su interior. Cuando se protegen conductores verticales sobre paredes laterales, esta caja debe ir cerrada por arriba, y los orificios a través de los cuales pasen los conductores deben tener adaptadors.

(4) Mediante conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit rígido no metálico o tuberías eléctricas metálicas. Cuando se instalan en tuberías metálicas, los conductores deben ir encerrados en tramos continuos de tubería flexible aprobada.

398.17 A través o en paralelo a los miembros estructurales. Se debe evitar el contacto de los conductores abiertos con las paredes, pisos, vigas de madera o divisiones a través de los cuales pasen, mediante el uso de tubos o adaptadors de material aislante no combustible y no absorbente. Cuando el adaptadors sea más corto que el agujero, se debe introducir en el agujero un manguito a prueba de agua de material no inductivo, e introducir después un adaptadors aislante por cada extremo del manguito, de modo que los conductores no toquen en absoluto el manguito. Cada conductor se debe llevar a través de un tubo o manguito independiente.

Nota. Véase la sección 310.10 para la limitación de temperatura de los conductores.

398.19 Distancias. Los conductores abiertos deben estar separados como mínimo 50 mm (2 pulgadas) de canalizaciones, tuberías metálicas u otro material conductor y de cualquier conductor expuesto de alumbrado, fuerza o señalización o deben estar separados de ellos por un material no conductor continuo y fijo firmemente además del aislante del conductor. Cuando se utilice cualquier tipo de tubo aislante, se debe asegurar en sus extremos. Cuando sea posible, los conductores deben pasar sobre cualquier tubería que pueda estar sujeta a fugas o acumulación de humedad, y no por debajo de ella.

398.23 En áticos accesibles. Los conductores en áticos sin acabar y espacios bajo el techo deben cumplir las disposiciones de las secciones 398.23 (A) o (B).

(A) Accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo de las vigas del piso, columnas o travesaños o a través de agujeros perforados en los mismos. Cuando pasen a través de agujeros perforados, los conductores que atraviesen las vigas,

columnas o travesaños a una altura no inferior a 2.1 m (7 pies) por encima del piso o vigas del piso, deben protegerse mediante largueros rígidos que se prolonguen no menos de 25 mm (1 pulgada) a cada lado del conductor. Estos largueros deben estar asegurados firmemente en su lugar. No se exigirán largueros ni tiras protectoras para conductores instalados a lo largo de las vigas, columnas o travesaños diagonales.

(B) No accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo de las vigas del piso, columnas o travesaños diagonales o a través de agujeros perforados en los mismos.

Excepción: En edificios terminados antes de hacer la instalación, en los espacios en el ático y bajo el techo que no sean accesibles por una escalera permanente o de mano, y que tengan en todos sus puntos una altura de techo inferior a 900 mm (3 pies), se permitirá instalar el alambrado en los bordes de los travesaños o vigas que estén hacia el espacio del ático o techo.

398.30 Sujeción y soporte.

(A) Conductores de calibre inferior al 8 AWG. Los conductores inferiores al 8 AWG deben estar soportados rígidamente sobre materiales aislantes no combustibles y no absorbentes y no deben estar en contacto con ningún otro objeto. Los soportes se deben instalar como sigue:

(1) Dentro de los primeros 150 mm (6 pulgadas) desde un empalme o derivación.

(2) Dentro de los primeros 300 mm (12 pulgadas) de la conexión final a un portalámparas o receptáculo.

(3) A intervalos no superiores a 1.4 m (4 ½ pies) y a intervalos menores, suficientes para ofrecer soporte adecuado cuando puedan ser perturbados.

(B) Conductores de calibres 8 AWG y mayores. Se permitirá que los soportes para los conductores del 8 AWG o mayores, instalados a través de espacios abiertos, estén separados hasta 4.5 m (15 pies), si se utilizan separadores aislantes no combustibles y no absorbentes como mínimo cada 1.4 m (4 ½ pies) para mantener una separación entre conductores de 65 mm (2 ½ pulgadas) como mínimo.

En construcciones de edificios de molinos en las que no sea probable que se produzcan perturbaciones, se permitirá tender conductores del 8 AWG y mayores a través de espacios abiertos, si están soportados en todos los travesaños de madera sobre aisladores aprobados que mantengan una distancia de 150 mm (6 pulgadas) entre conductores.

(C) Establecimientos industriales. En establecimientos industriales únicamente, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación será atendida únicamente por personas calificadas, se permitirá utilizar conductores de 250 kcmil y mayores a través de espacios abiertos, cuando estén soportados a intervalos de hasta 9.0 m (30 pies).

(D) Montaje de los soportes de los conductores. Cuando se utilicen clavos para montar los aisladores de perilla, no deben ser de menos de 7.6 cm (3 pulgadas) *("ten-penny").* Cuando se utilicen tornillos para montar los aisladores, o clavos y tornillos para montar las abrazaderas, deben ser

de longitud suficiente para penetrar la madera a una profundidad igual, como mínimo, a la mitad de la altura del aislador y todo el espesor de la abrazadera. Con los clavos se deben utilizar arandelas amortiguadoras.

(E) Alambres de amarre. Los conductores del 8 AWG o mayores, y soportados en aisladores de perilla sólidos, deben estar firmemente atados a ellos mediante alambres de amarre con un aislamiento equivalente al del conductor.

398.42 Dispositivos. Los interruptores de acción rápida de tipo superficie, se deben montar de acuerdo con la sección 404.10 (A) y no se exigirán cajas. Los interruptores de otros tipos se deben instalar de acuerdo con la sección 404.4.

III. Especificaciones de construcción

398.104 Conductores. Los conductores deben ser del tipo que se especifica en el Artículo 310.

ARTÍCULO 400
Cordones y cables flexibles

I. Generalidades

400.1 Alcance. Este artículo trata de los requisitos generales, las aplicaciones y las especificaciones de construcción de los cordones flexibles y de los cables flexibles.

400.2 Otros Artículos. Los cordones y cables flexibles deben cumplir lo establecido en este artículo y las disposiciones aplicables de otros artículos de este Código.

400.3 Idoneidad. Los cables y cordones flexibles y sus accesorios deben ser adecuados para las condiciones de uso e instalación.

400.4 Tipos. Los cables y cordones flexibles deben cumplir con lo especificado en la Tabla 400.4. Los tipos de cables y cordones flexibles que no aparezcan listados en esta Tabla, deben someterse a investigación especial.

400.5 Ampacidad para cordones y cables flexibles.

(A) La Tabla 400.5 (A) presenta las ampacidades permisibles y la Tabla 400.5 (B) presenta la ampacidad de los cables y cordones flexibles con no más de tres conductores portadores de corriente. Estas Tablas se deben utilizar junto con las normas aplicables de producto para uso final, con el fin de asegurar la selección del calibre y tipo apropiados. Cuando los cordones se usan en temperaturas ambiente superiores a 30º C (86º F), los factores de corrección de temperatura de la Tabla 310.16 que corresponden a la temperatura nominal del cordón se deben aplicar a la ampacidad de la Tabla 400.5 (B). Si el número de conductores portadores de corriente es superior a tres, la ampacidad permisible o la ampacidad para cada conductor se debe reducir a partir de la de cables de tres conductores, como se ilustra en la siguiente Tabla 400.5.

(B) Temperatura máxima del aislamiento. En ningún caso los conductores deben estar asociados de modo que, teniendo en cuenta el tipo de circuito, el método de alambrado usado o el número de conductores, se excedan los límites de temperatura de los mismos.

No se exigirá que un conductor de neutro que sólo transporte la corriente de desequilibrio desde otros conductores del mismo circuito, cumpla con los requisitos para un conductor portador de corriente.

En un circuito trifilar, con dos conductores de fase y el conductor del neutro, de un sistema trifásico tetrafilar conectado en estrella, un conductor común transporta aproximadamente la misma corriente que la de línea a neutro de los otros conductores, por lo que se debe considerar como un conductor portador de corriente.

En un circuito trifásico tetrafilar conectado en estrella, cuando más del 50 por ciento de la carga consiste en cargas no lineales, hay corrientes armónicas presentes en el conductor del neutro y este conductor se debe considerar como conductor portador de corriente.

No se debe considerar conductor portador de corriente un conductor de puesta a tierra de equipos.

Cuando se utilice un solo conductor tanto para puesta a tierra de los equipos como para transportar la corriente de desequilibrio de otros conductores, como se establece en la sección 250.140 para estufas y secadoras eléctricas de ropa, no se debe considerar como conductor portador de corriente.

> *Excepción: Para otras condiciones de carga, se permitirá calcular los factores de ajuste de acuerdo con la sección 310-15(C).*

Nota. Véase el Anexo B, Tabla B.310.11, para los factores de ajuste cuando haya más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable con diversidad de cargas.

Tabla 400.4 Cordones y cables flexibles
(Véase la sección 400.4)

Nombre comercial	Letra de tipo	Tensión	AWG o kcmil	Número de conductores	Aislamiento	AWG o kcmil	mm	mils	Malla en cada conductor	Recubrimiento exterior	Uso		
Cordón para lámpara	C	300 600	18-16 14-10	2 o más	Termofijo o termoplástico	18-16 14-10	0.76 1.14	30 45	Algodón	Ninguno	Colgantes o portátiles	Lugares secos	Trabajo no pesado
Cable para elevador	E. Véase Nota 7. Véase Nota 11. Véase Nota 12.	300 ó 600	20-2	2 o más	Termofijo	20-16 14-12 12-10 8-2	0.51 0.76 1.14 1.52	20 30 45 60	Algodón	Tres de algodón, uno exterior retardante a la llama y resistente a la humedad. Véase Nota 5.	Alambrado y control de ascensores	Lugares no clasificados	
						20-16 14-12 12-10 8-2	0.51 0.76 1.14 1.52	20 30 45 60	Chaqueta de nylon flexible				
Cable para elevador	EO. Véase Nota 7. Véase Nota 12.	300 ó 600	20-2	2 o más	Termofijo	20-16 14-12 12-10 8-2	0.51 0.76 1.14 1.52	20 30 45 60	Algodón	Tres de algodón, uno exterior retardante a la llama y resistente a la humedad. Véase Nota 5.	Alambrado y control de ascensores	Lugares no clasificados	
										Una de algodón y una chaqueta de neopreno. Véase Nota 5.		Lugares (clasificados como peligrosos)	
Cable para elevador	ETP. Véase Nota 7. Véase Nota 12.	300 ó 600							Rayón	Termoplástico	Lugares (clasificados como) peligrosos		
	ETT. Véase Nota 7. Véase Nota 12.	300 ó 600							Ninguno	Una de algodón o equivalente y una chaqueta termoplástica			
Cable para vehículo eléctrico	EV	600	18-500 Véase Nota	2 o más, y conductores de puesta a tierra, más	Termofijo con nylon opcional. Véase Nota 14	18-16 14-10	0.76 (0.51) 1.14 (0.76)	30 (20) 45 (30)	Opcional	Termofijo	Aplicación de carga para vehículo	Lugares mojados	Trabajo extra pesado

			13	cables opcionales de datos híbridos, señalización, comunicaciones y fibra óptica		8-2 1-4/0 250-500	1.52 (1.14) 2.03 (1.52) 2.41 (1.90)	60 (45) 80 (60 95 (75) Véase Nota 14			eléctrico		
	EVJ	300	18-12 Véase Nota 13			18-12	0.76 (0.051)	30 (20) Véase Nota 14					Trabajo pesado
	EVE	600	18-500 Véase Nota 13	2 o más, y conductores de puesta a tierra, más cables opcionales de datos híbridos, señalización, comunicaciones y fibra óptica	Elastómero termoplástico con nylon opcional. Véase Nota 14	18-16 14-10 8-2 1-4/0 250-500	0.76 (0.51) 1.14 (0.76) 1.52 (1.14) 2.03 (1.52) 2.41 (1.90)	30 (20) 45 (30) 60 (45) 80 (60 95 (75) Véase Nota 14		Elastómero termoplástico			Trabajo extra pesado
	EVJE	300	18-12 Véase Nota 13			18-12	0.76 (0.051)	30 (20) Véase Nota 14					Trabajo pesado
	EVT	600	18-500 Véase Nota 13	2 o más, y conductores de puesta a tierra, más cables opcionales de datos híbridos, señalización, comunicaciones y fibra óptica	Termoplástico con nylon opcional. Véase Nota 14	18-16 14-10 8-2 1-4/0 250-500	0.76 (0.51) 1.14 (0.76) 1.52 (1.14) 2.03 (1.52) 2.41 (1.90)	30 (20) 45 (30) 60 (45) 80 (60 95 (75) Véase Nota 14	Opcional	Termoplástico	Carga para vehículo eléctrico	Lugares mojados	Trabajo extra pesado
	EVIT	300	18-12 Véase Nota 13			18-12	0.76 (0.051)	30 (20) Véase Nota 14					Trabajo pesado
Cable de fuerza portátil	G	2000	12-500	2-6, más conductor(es) de puesta a tierra	Termofijo	12-2 1-4/0 250-500	1.52 2.03 2.41	60 80 95		Termofijo resistente al aceite	Portátil y trabajo extrapesado		
	G-GC	2000	12-500	3-6, más conductores de puesta a tierra y 1 conductor de verificación de tierra	Termofijo	12-2 1-4/0 250-500	1.52 2.03 2.41	60 80 95		Termofijo resistente al aceite			
Cordón de	HPD	300	18-12	2, 3 ó 4	Termofijo	18-16	0.38	15	Ninguno	Algodón o rayón	Calefactores	Lugares	Trabajo

calefactor						14-12	0.76	30			portátiles	secos	no pesado
Córdon paralelo de calefactor	HPN. Véase Nota 8	300	18-12	2 ó 3	Termofijo resistente al aceite	18-16 14-12	1.14 1.52 2.41	45 60 95	Ninguno	Termofijo resistente al aceite	Portátil	Lugares húmedos	Trabajo no pesado
Cordones de calefactor con chaqueta termofija	HSJ	300	18-12	2, 3 ó 4	Termofijo	18-16 14-12	0.76 1.14	30 45	Ninguno	Algodón y termofijo	Portátil o calefactor portátil	Lugares húmedos	Trabajo pesado
	HSJO	300	18-12							Algodón y termofijo resistente al agua			
	HSJOO	300	18-12		Termofijo resistente al aceite								
Cordones paralelos no integrados	NISP-1	300	20-18	2 ó 3	Termofijo	20-18	0.38	15	Ninguno	Termofijo	Colgantes o portátiles	Lugares húmedos	Trabajo no pesado
	NISP-2	300	18-16			18-16	0.76	30					
	NISPE-1. Véase Nota 8.	300	20-18		Elastómero termoplástico	20-18	0.38	15		Elastómero termoplástico			
	NISPE-2. Véase Nota 8.	300	18-16			18-16	0.76	30					
	NISPT-1. Véase Nota 8.	300	20-18		Termoplástico	20-18	0.38	15		Termoplástico			
	NISPT-2. Véase Nota 8	300	18-16			18-16	0.76	30					
Cordón portátil torcido	PD	300 600	18-16 14-10	2 ó más	Termofijo o termoplástico	18-16 14-10	0.76 1.14	30 45	Algodón	Algodón o rayón	Colgantes o portátiles	Lugares secos	Trabajo no pesado
Cable de fuerza portátil	PPE	2000	12-500	1-6, más conductor(es) de puesta a tierra opcional(es)	Elastómero termoplástico	12-2 1-4/0 250-500	1.52 2.03 2.41	60 80 95		Elastómero termoplástico resistente al aceite	Portátil, trabajo extrapesado		
Cordón para trabajo pesado	S. Véase Nota 6.	600	18-12	2 ó más	Termofijo	18-16 14-10 8-2	0.76 1.14 1.52	30 45 60	Ninguno	Termofijo	Colgantes o portátiles	Lugares húmedos	Trabajo extra pesado
Cable flexible de fuerza para iluminación y escenarios	SC	600	8-250	1 ó más		8-2 1-4/0 250	1.52 2.03 2.41		Termofijo	Portátil, trabajo extrapesado			
	SCE	600			Elastómetro termoplástico				Elastómero termoplástico (4)				

	T	600			Termoplástico				Termoplástico (4)				
Cordón para trabajo pesado	SE. Véase Nota 6.	600	18-2	2 ó más	Elastómero termoplástico	18-16 14-10 8-2	0.76 1.14 1.52	30 45 60	Ninguno	Elastómero termoplástico	Colgantes o portátiles	Lugares húmedos	Trabajo extra pesado
	SEW. Véase Notas 6 y 15.	600										Lugares húmedos y mojados	
	SEO. Véase Nota 6.	600								Elastómero termoplástico resistente al aceite		Lugares húmedos	
	SEOW. Véase Notas 6 y 15.	600										Lugares húmedos y mojados	
	SEDO. Véase Nota 6.	600			Elastómero plástico resistente al aceite							Lugares húmedos	
	SEOOW. Véase Notas 6 y 15.	600										Lugares húmedos y mojados	
Cordón para trabajo semipesado	SJ	300	18-10	2-6	Termofijo	18-12	0.76	30	Ninguno	Termofijo	Colgantes o portátiles	Lugares húmedos	Trabajo pesado
	SJE	300			Elastómero termoplástico					Elastómero termoplástico			
	SJEW. Véase Notas 6 y 15.	300										Lugares húmedos y mojados	
	SJEO	300								Elastómero termoplástico resistente al aceite		Lugares húmedos	
	SJEOW. Véase Nota 15.	300										Lugares húmedos y mojados	
	SJEOO	300			Elastómero resistente al aceite							Lugares húmedos	
	SJEOOW. Véase Nota 15.	300										Lugares húmedos y mojados	
	SJO	300			Termofijo					Termofijo resistente al		Lugares húmedos	

	SJOW. Véase Nota 15.	300								aceite		Lugares húmedos y mojados	
	SJOO	300			Termofijo resistente al aceite							Lugares húmedos	
	SJOO W. Véase Nota 15.	300										Lugares húmedos y mojados	
	SJT	300			Termoplástico	10	1.14	45		Termoplástico		Lugares húmedos	
	SJTW. Véase Nota 15.	300										Lugares húmedos y mojados	
	SJTO	300			Termoplástico	18-12	0.76	30		Termoplástico resistente al aceite		Lugares húmedos	
	SJTO W. Véase Nota 15.	300										Lugares húmedos y mojados	
	SJTOO	300			Termoplástico resistente al aceite							Lugares húmedos	
	SJTOO W. Véase Nota 15.	300										Lugares húmedos y mojados	
Cordón para trabajo pesado	SO. Véase Nota 6.	600	18-2	2 ó más	Termofijo	18-16	0.76	30	Ninguno	Termofijo resistente al aceite	Colgantes o portátiles	Lugares húmedos	Trabajo extra pesado
	SOW. Véase Notas 6 y 15.	600										Lugares húmedos y mojados	
	SOO. Véase Nota 6.	600			Termofijo resistente al aceite	14-10 8-2	1.14 1.52	45 60				Lugares húmedos	
	SOO W. Véase Notas 6 y 15.	600										Lugares húmedos y mojados	
Cordón paralelo todo de termofijo	SP-1	300	20-18	2 ó 3	Termofijo	20-18	0.76	30	Ninguno	Ninguno	Colgantes o portátiles	Lugares húmedos	Trabajo no pesado
	SP-2	300	18-16			18-16	1.14	45					
	SP-3	300	18-10			18-16 14 12 10	1.52 2.03 2.41 2.80	60 80 95 110			Refrigeradores. Aire acondicionado para cuartos y lo permitido en la Sección 422.16 (B)		

Cordón paralelo todo de elastómero (termoplástico)	SPE-1. Véase Nota 8.	300	20-18	2 ó 3	Elastómero termoplástico	20-18	0.76	30	Ninguno	Ninguno	Colgantes o portátiles	Lugares húmedos	Trabajo no pesado
	SPE-2. Véase Nota 8.	300	18-16			18-16	1.14	45					
	SPE-3. Véase Nota 8.	300	18-10			18-16 14 12 10	1.52 2.03 2.41 2.80	60 80 95 110			Refrigeradores. Aire acondicionado para cuartos y lo permitido en la Sección 422.16 (B)		
Cordón paralelo todo de plástico	SPT-1	300	20-18	2 ó 3	Termoplástico	20-18	0.76	30	Ninguno	Ninguno	Colgantes o portátiles	Lugares húmedos	Trabajo no pesado
	SPT-1W. Véase Nota 15.	300		2								Lugares húmedos y mojados	
	SPT-2	300	18-16	2 ó 3		18-16	1.14	45				Lugares húmedos	
	SPT-2W. Véase Nota 15.	300		2								Lugares húmedos y mojados	
	SPT-3			2 ó 3		18-16 14 12 10	1.52 2.03 2.41 2.80	60 80 95 110			Refrigeradores. Aire acondicionado para cuartos y lo permitido en la Sección 422.16 (B)	Lugares húmedos	Trabajo no pesado
Cable para estufas y secadoras	SRD	300	10-4	3 ó 4	Termofijo	10-4	1.14	45	Ninguno	Termofijo	Portátil	Lugares húmedos	Cocinas, secadoras
	SRDE	300	10-4	3 ó 4	Elastómero termoplástico				Ninguno	Elastómero termoplástico			
	SRDT	300	10-4	3 ó 4	Termoplástico				Ninguno	Termoplástico			
Cordón para trabajo pesado	ST. Véase Nota 6.	600	18-2	2 ó más	Termoplástico	18-16	0.76	30	Ninguno	Termoplástico	Colgantes o portátiles	Lugares húmedos	Trabajo extra pesado
	STW. Véase Notas 6 y 15.	600				14-10	1.14	45				Lugares húmedos y mojados	
	STO. Véase Nota 6.	600				8-2	1.52	60		Termoplástico resistente al aceite		Lugares húmedos	
	STOW. Véase Notas 6 y 15.	600										Lugares húmedos y mojados	

	STOO. Véase Nota6.	600			Termoplástico resistente al aceite							Lugares húmedos	
	STOOW. Véase Nota 6.	600										Lugares húmedos y mojados	
Cordón para aspiradora	SV	300	18-16	2 ó 3	Termofijo	18-16	0.38	15	Ninguno	Termofijo	Colgantes o portátiles	Lugares húmedos	Trabajo no pesado
	SVE	300			Elastómero termoplástico					Elastómero termoplástico			
Cordón paralelo todo de plástico (Cont.)	SVEO	300	18-16	2 ó 3		18-16	0.38	15	Ninguno	Elastómero termoplástico resistente al aceite	Colgantes o portátiles	Lugares húmedos	Trabajo no pesado
	SVEOO	300			Elastómero termoplástico resistente al aceite								
	SVO	300			Termofijo					Termofijo resistente al aceite			
	SVOO	300			Termofiijo resistente al aceite					Termofijo resistente al aceite			
	SVT	300			Termoplástico					Termoplástico			
	SVTO	300			Termoplástico					Termoplástico resistente al aceite			
	SVTOO	300			Termoplástico resistente al aceite								
Cordón de oropel (tinsel) paralelo	TPT. Véase Nota 4.	300	27	2	Termoplástico	27	0.76	30	Ninguno	Termoplástico	Conectado a un electrodoméstico	Lugares húmedos	Trabajo no pesado
Cordón de oropel (tinsel) con chaqueta	TST. Véase Nota 4.	300	27	2	Termoplástico	27	0.38	15	Ninguno	Termoplástico	Conectado a un electrodoméstico	Lugares húmedos	Trabajo no pesado
Cable de fuerza portátil	W	2000	12-500 501-1000	1-6 1	Termofijo	12-2 1-4/0 250-500 501-1000	1.52 2.03 2.41 2.80	60 80 95 110		Termofijo resistente al aceite	Portátil, trabajo extrapesado		

Notas:

1.) *Véase la Nota 8.*

2.) *La cubierta exterior requerida en algunos cables de conductores individuales pueden ser integrados con el aislamiento.*

3.) *Todos los tipos de la Tabla 400.4 deben ser conductores individuales torcidos, excepto para los tipos HPN, SP-1, SP-2, SP-3, SPE-1, SPE-2, SPE-3, SPT-1, SPT-2, STP-3, TPT, NISP-1, NISP-2, NISPT-1, NISPT-2, NISPE-1, NISPE-2 y las versiones de cables paralelos de tres conductores de los cables SRD, SRDE y SRDT.*

4.) *Se permitirán cables de tipo TPT, TS y TST en tramos que no excedan los 2.5 m (8 pies) cuando vayan unidos directamente o mediante un tipo de clavija de conexión especial a electrodomésticos portátiles de 50 watts nominales o menos y de tal naturaleza que resulte esencial una gran flexibilidad del cordón.*

5.) *Como sustituto del trenzado interno se permitirá utilizar cintas rellenas de goma o de tela barnizada.*

6.) *En los escenarios de los teatros, en los garajes y en otros lugares donde este Código autorice cordones flexibles, se permitirá el uso de cables de tipo G, G-GC, S, SC, SCE, SCT, SE, SEO, SEOO, SO, SOO, ST, STO, STOO, PPE y W.*

7.) *Los cables viajeros de los ascensores para circuitos de control y señalización, deben contener los rellenos no metálicos necesarios para mantener su forma concéntrica. Los cables deben tener elementos de soporte en acero como exige la sección 620.41 para la suspensión. En lugares sometidos a excesiva humedad o vapores o gases corrosivos, se permitirá utilizar elementos de soporte en otros materiales. Cuando se utilicen elementos de soporte en acero, deben ir rectos a través del centro del ensamble del cable y no se deben trenzar con los hilos de cobre de los conductores.*
Además de los conductores utilizados para circuitos de control y señalización, se permitirá que los cables de ascensores de tipos E, EO, ETP y ETT lleven incorporados uno o más pares telefónicos con calibre de 20 AWG, uno o más cables coaxiales o una o más fibras ópticas. Se permitirá que los pares conductores con calibre de 20 AWG estén cubiertos con un blindaje adecuado para circuitos de comunicaciones telefónicas, de audio o de alta frecuencia; los cables coaxiales consisten en un conductor central, un aislante y un blindaje para usar en circuitos de comunicaciones para vídeo o radiofrecuencia. La fibra óptica debe ir recubierta adecuadamente con un termoplástico retardante de la llama. El aislante de los conductores debe ser de goma o termoplástico, de un espesor no menor al especificado para los demás conductores de ese tipo particular de cable. El blindaje metálico debe tener su propio recubrimiento protector. Cuando se utilicen, se permitirá que estos componentes vayan incorporados en cualquier capa del ensamble del cable, pero no deben ir en línea recta a través del centro del ensamble.

8.) *El tercer conductor en el tipo HPN sólo se debe utilizar como un conductor de puesta a tierra de los equipos. El aislamiento del conductor de puesta a tierra de equipos para los tipos SPE-1, SPE-2, SPE-3, SPT-1, SPT-2, SPT-3, NISPT-1, NISPT-2, NISPE.1 y NISPE-2 se permitirá que sea un polímero termofijo.*

9.) *Los conductores individuales de todos los cordones, excepto los de los cordones resistentes al calor, deben llevar aislante de termoplástico o termofijo o, excepto que el conductor de puesta a tierra de los equipos, cuando se utilice, debe cumplir lo establecido en la sección 400.23 (B).*

10.) *Cuando la tensión entre dos conductores cualesquiera sea mayor de 300 voltios pero no exceda los 600 voltios, los cordones flexibles con calibre de 10 AWG e inferiores deben tener sus conductores individuales con aislamiento termoplástico o termofijo de 1.14 mm (45 mils) de espesor como mínimo, a menos que se utilicen cordones de tipo S, SE, SEO, SEOO, SO, SOO, ST, STO o STOO.*

11.) *Se permitirá que los aislantes y recubrimientos exteriores que cumplan los requisitos de retardante de la llama, producción limitada de humo y que estén así listados tengan la marca para humo limitado después de la designación del tipo de código.*

12.) *Los cables de elevadores en calibres 20 AWG hasta 14 AWG son de 300 voltios nominales y los de 10 AWG hasta 2 AWG son de 600 voltios nominales. El cable de 12 AWG está especificado para 300 voltios nominales con un aislante de 0.76 mm (30 mils) de espesor y para de 600 voltios con un aislante de 1.14 mm (45 mils) de espesor.*

13.) *El calibre de conductor para los cables tipo EV, EVJ, EVE, EVJE, EVT y EVJT se aplica solamente para circuitos de potencia no limitada. Los conductores para circuitos de potencia limitada (de datos, señalización o comunicaciones) se pueden ampliar más allá del intervalo del calibre AWG establecido. Todos los conductores deben estar aislados para el mismo valor de tensión nominal del cable.*

14.) *Entre paréntesis se indica el espesor del aislamiento de los cables de nylon de tipo EV, EVJ, EVE, EVJE, EVT y EVJT.*

15.) *Se permitirá que los cordones que cumplen con los requisitos para cordones en exteriores y que están listados como tales, se designen como resistentes al agua y a la intemperie con el sufijo "W" después de la designación del tipo de código. Los cordones con el sufijo "W" son adecuados para uso en lugares mojados.*

Tabla 400.5. Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en un cable o cordón flexible

Número de conductores	Porcentaje del valor en las tablas 400.5 (A) y 400.5 (B)
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21 - 30	45
31 - 40	40
41 y más	35

400.6 Marcado.

(A) Marcado estándar. Los cables y cordones flexibles se deben marcar por medio de una etiqueta impresa sujeta al rollo, carrete o caja. La etiqueta debe contener la información que exige la sección 310.11(A). Los cordones flexibles de tipo S, SC, SCE, SCT, SE, SEO, SEOO, SJ, SJE, SJEO, SJEOO, SJO, SJT, SJTO, SJTOO, SO, SOO, ST, STO, STOO, SEW, SEOW, SEOOW, SJEW,

SJEOW, SJEOOW, SHOW, SATW, SJTOW, SJTOOW, SOW, SOOW, STW, STOW y STOOW y los cables flexibles de tipo G, G-GC, PPE y W deben ir marcados de manera duradera en su superficie a intervalos no superiores a 610 mm (24 pulgadas) con la designación del tipo, calibre y número de conductores.

(B) Marcado opcional. Se permitirá que los cables y cordones flexibles incluidos en la Tabla 400.4 estén marcados en su superficie indicando las características especiales de los materiales del cable. Estas marcas incluyen, pero no se limitan a marcas para humo limitado, resistencia a la luz solar, etc.

Tabla 400.5 (A). Ampacidad permisible para cables y cordones flexibles [A temperatura ambiente de 30° C (86º F). Véanse la sección 400.13 y la Tabla 400.4]

Calibre AWG	Termoplásticos Tipos TPT y TST	Termofijos Tipos C, E, EO, PD, S, SJ, SJO, SHOW, SJOO, SJOOW, SO, SOW, SOO, SOOW, SP-1, SP-2, SP-3, SRD, SV, SVO y SVOO		Tipos HPD, HPN, HSJ, HSJO, HSJOO
		Termoplásticos Tipos ET, ETLB, ETP, ETT, SE, SEW, SEO, SEOW, SEOOW, SJE, SJEW, SJEO, SJEOW, SJEOOW, SJT, SJTW, SJTO, SJTOW, SJTOO, SJTOOW, SPE-1, SPE-2, SPE-3, SPT-1, SPT-1W, SPT-2, SPT-2W, SPT-3, ST, SRDE, SRDT, STO, STOW, STOO, STOOW, SVE, SVEO, SVT, SVTO y STVOO		
		Columna A+	Columna B+	
27*	0.5	--	--	--
20	--	5**	--	
18	--	7	10	10
17	--	9	12	13
16	--	10	13	15
15	--	12	16	17
14	--	15	18	20
12	--	20	25	30
10	--	25	30	35
8	--	35	40	--
6	--	45	55	--
4	--	60	70	--
2	--	80	95	--

* Cordón de oropel (tinsel).
** Sólo cables de elevadores.
*** 7 amperios sólo para cables de elevadores; 2 amperios para otros tipos.

+ Las corrientes permisibles bajo la columna A se aplican a cordones de tres conductores y a otros cordones multiconductores conectados a equipos de utilización, de modo que sólo tres conductores son portadores de corriente. Las corrientes permisibles bajo la columna B se aplican a cordones de 2 conductores y otros cordones multiconductores conectados a equipos de utilización, de modo que sólo dos conductores son portadores de corriente.

400.7. Usos permitidos.

(A) Usos. Los cables y cordones flexibles se deben utilizar sólo para lo siguiente:

(1) Colgantes.

(2) Alambrado de luminarias.

(3) Conexión de luminarias portátiles, anuncios portátiles o móviles, o electrodomésticos.

(4) Cables de elevadores.

(5) Alambrado de grúas y montacargas.

(6) Conexión de equipos de utilización para facilitar su intercambio frecuente.

(7) Prevención de la transmisión de ruido o vibraciones.

(8) Electrodomésticos cuyos medios de fijación y conexiones mecánicas estén diseñados específicamente para permitir un fácil retiro para su mantenimiento y reparación y que el electrodoméstico esté destinado o identificado para conexión con cordón flexible.

(9) Conexión de partes móviles.

(10) Cuando se permita específicamente en otras partes de este Código.

(B) Clavijas de conexión. Cuando se utilicen como se permite en las secciones 400.7 (A) (3), (A) (6) y (A) (8), cada cordón flexible debe estar equipado con una clavija de conexión y se debe energizar de una salida de receptáculo.

Excepción: Lo permitido en la sección 368.56.

400.8 Usos no permitidos. A menos que se permita específicamente en la sección 400.7, no se deben utilizar cables y cordones flexibles para lo siguiente:

(1) Como sustitutos del alambrado fijo de una estructura.

(2) Cuando atraviesen agujeros en paredes, cielos rasos estructurales, cielos rasos suspendidos, cielos rasos en pendiente, o pisos.

(3) Cuando corran a través de espacios para puertas, ventanas o aberturas similares.

(4) Cuando vayan unidos a la superficie de un edificio

Excepción para (4): Se permitirá que el cable y el cordón flexibles estén unidos a las superficies de un edificio de acuerdo con las disposiciones de la sección 368.56 (B).

(5) Cuando vayan ocultos detrás de las paredes, pisos o cielos rasos, o cuando estén por encima de cielos rasos suspendidos o en pendiente.
(6) Cuando vayan instalados en canalizaciones, excepto si se permite algo diferente en este Código.

(7) Cuando están sujetos a daño físico.

Tabla 400.5 (B). Ampacidad de los tipos de cables SC, SCE, SCT, PPE, G, G-GC y W [A una temperatura ambiente de 30° C (86° F). Véase la Tabla 400.4]

Calibre AWG o kcmil	Temperatura nominal del cable								
	60° C (140° F)			75° C (167° F)			90° C (194° F)		
	D[1]	E[2]	F[3]	D[1]	E[2]	F[3]	D[1]	E[2]	F[3]
12	--	31	26	--	37	31	--	42	35
10	--	44	37	--	52	43	--	59	49
8	60	55	48	70	65	57	80	74	65
6	80	72	63	95	88	77	105	99	87
4	105	96	84	125	115	101	140	130	114
3	120	13	99	145	135	118	165	152	133
2	140	128	112	170	152	133	190	174	152
1	165	150	131	195	178	156	220	202	177
1/0	195	173	151	230	207	181	260	234	205
2/0	225	199	174	265	238	208	300	271	237
3/0	260	230	201	310	275	241	350	313	274
4/0	300	265	232	360	317	277	405	361	316
250	340	296	259	405	354	310	455	402	352
300	375	330	289	445	395	346	505	449	393
350	420	363	318	505	435	381	570	495	433
400	455	392	343	545	469	410	615	535	468
500	515	448	392	620	537	470	700	613	536
600	575	--	--	690	--	--	780	--	--
700	630	--	--	755	--	--	855	--	--
750	655	--	--	785	--	--	885	--	--
800	680	--	--	815	--	--	920	--	--
900	730	--	--	870	--	--	985	--	--
1000	780	--	--	935	--	--	1055	--	--

[1] Las ampacidades bajo la columna D se permitirán para conductores individuales de tipo SC, SCE, SCT, PPE y cable W sólo cuando los conductores individuales no estén instalados en canalizaciones ni estén en contacto físico entre sí, excepto en tramos no superiores a 600 mm (24 pulgadas) cuando atraviesen la pared de un envolvente.
[2] Las ampacidades bajo la columna E se aplican a cables de 2 conductores y otros cables multiconductores conectados a equipos de utilización, de modo que sólo dos conductores son portadores de corriente.
[3] Las ampacidades bajo la columna F se aplican a cables de tres conductores y otros cables multiconductores conectados a equipos de utilización, de modo que sólo tres conductores son portadores de corriente.

400.9 Empalmes. Cuando inicialmente estén instalados en las aplicaciones permitidas en la sección 400.7(A), los cordones flexibles se deben utilizar sólo en tramos continuos sin empalmes ni derivaciones. Se permitirá la reparación de cordones de uso pesado y semipesado (véase la columna Nombre Comercial de la Tabla 400.4 de 14 AWG y superiores, si los conductores están empalmados según lo establecido en la sección 110.14 (B) y el empalme terminado mantiene el aislamiento, las propiedades del forro exterior y las características de uso del cordón empalmado.

400.10 Jalado en uniones y terminales. Los cordones flexibles y cables flexibles deben ir conectados a los dispositivos y accesorios de modo que no se transmita tensión mecánica a las uniones o terminales.

Excepción: Se permitirá usar dispositivos monopolares portátiles listados y diseñados para soportar esta tensión en sus terminales, junto con cables flexibles de un solo conductor.

Nota. Algunos métodos para evitar que el jalado ejercido sobre un cordón se transmita a las uniones o terminales son anudar el cordón, sujetarlo con cinta aislante y accesorios diseñados para ese propósito.

400.11 Escaparates y vitrinas. Los cordones flexibles utilizados en los escaparates y vitrinas deben ser de tipo S, SE, SEO, SEOO, SJ, SJE, SJEO, SJEOO, SJO, SJOO, SJT, SJTO, SJTOO, SO, SOO, ST, STO, STOO, SEW, SEOW, SEOOW, SJEW, SJEOW, SJEOOW, SJOW, SJOOW, SJTW, SJTOW, SJTOOW, SOW, SOOW, STW, STOW o STOOW.

Excepción No.1: En alambrado para luminarias colgadas de una cadena.

Excepción No. 2: Como cordones de alimentación de luminarias portátiles u otras mercancías expuestas o exhibidas.

400.12 Calibre mínimo. Los conductores individuales de un cable o de un cordón flexible deben tener un calibre no menor a los establecidos en la Tabla 400.4.

Excepción: El calibre del conductor aislado de verificación de tierra de los cables tipo G-GC no debe ser menor que el 10 AWG.

400.13 Protección contra sobrecorriente. Los cordones flexibles de calibre no inferior al 18 AWG, y los cordones de tinsel o los que tengan características equivalentes de calibre menor aprobados para su utilización con electrodomésticos específicos, se deben considerar protegidos contra sobrecorriente por los dispositivos de protección contra sobrecorriente descritos en la sección 240.5.

400.14 Protección contra daños. Cuando los cables y cordones flexibles pasen a través de agujeros en las cubiertas, cajas de salidas o envolventes similares, se deben proteger con accesorios o adaptadors.

En establecimientos industriales donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que únicamente personal calificado prestará servicio a la instalación, se permitirá que los cables y cordones flexibles se instalen en canalizaciones sobre el suelo cuya longitud no supere los 15 m (50 pies) para proteger al cable o cordón flexible contra daños físicos. Cuando se instalan más de tres conductores portadores de corriente dentro de la canalización, la ampacidad permisible se debe reducir de acuerdo con la Tabla 400.5.

II. Especificaciones de construcción

400.20 Etiquetas. Los cordones flexibles se deben probar en fábrica, y se deben etiquetar antes de ser despachados.

400.21 Espesor nominal del aislamiento. El espesor nominal del aislamiento de los conductores de cables y cordones flexibles no debe ser menor al especificado en la Tabla 400.4.

> *Excepción: El espesor nominal del aislamiento para los conductores de comprobación de tierra de los cables tipo G-GC no debe ser inferior a 1.14 mm (45 mils) para los del 8 AWG y no inferior a 0.76 mm (30 mils) para los del 10 AWG.*

400.22 Identificación del conductor puesto a tierra. Un conductor de los cordones flexibles, que esté proyectado para uso como conductor puesto a tierra del circuito, debe llevar una marca continua que lo distinga claramente de otro conductor o conductores. La identificación se hará por alguno de los métodos especificados en las secciones 400.22 (A) hasta (F).

(A) Trenzado de color. Un acabado de trenzado de color blanco o gris y el trenzado de los demás conductores de colores continuos que se puedan diferenciar fácilmente.

(B) Trazador de color en el trenzado. Un trazador en el trenzado de un color que contraste con el del trenzado y ningún trazador en el trenzado de los demás conductores. No se debe emplear ningún trazador en el trenzado de cualquier conductor de un cordón flexible que contenga un conductor con un trenzado de color blanco o gris.

> *Excepción: En el caso de los cordones de tipo C y PD y los que tengan el acabado del trenzado de los conductores individuales en color blanco o gris. En tales cordones se permitirá que la marca de identificación sea el acabado blanco o gris continuo de un conductor, siempre que el trenzado de cada uno de los otros conductores lleve un trazador de color.*

(C) Aislamiento de color. En los cordones que no lleven trenzado en sus conductores individuales, un aislamiento blanco o gris en un conductor y en el otro conductor o conductores, aislamientos de colores que se puedan diferenciar fácilmente.
En los cordones con chaqueta que se suministran con los electrodomésticos, un conductor con el aislamiento azul claro y los demás conductores con sus aislamientos de colores que se puedan diferenciar claramente, y que no sean ni blanco ni gris.

> *Excepción: Los cordones que tengan el aislamiento de los conductores individuales integrado con la chaqueta.*

Se permitirá cubrir el aislamiento con un acabado exterior para dar el color deseado.

(D) Separador de color. En los cordones que tengan el aislamiento de los conductores individuales integrado con la chaqueta, un separador blanco o gris en un conductor y otro separador de un color continuo que se pueda diferenciar fácilmente en el otro conductor o conductores.

(E) Conductores estañados. En los cordones que tengan el aislamiento de los conductores individuales integrado con la chaqueta, un conductor que tenga los hilos individuales estañados y el otro conductor o conductores con hilos individuales sin estañar.

(F) Marcado de la superficie. En los cordones que tengan el aislamiento de los conductores individuales integrado con la chaqueta, una o más franjas blancas, bordes o ranuras ubicadas en el exterior del cordón para identificar un conductor.

400.23 Identificación del conductor de puesta a tierra de equipos. Un conductor que esté proyectado para utilizarlo como conductor de puesta a tierra de equipos, debe llevar una marca de identificación continua que lo distinga claramente de los demás conductores. Los conductores de color verde continuo o de color verde continuo con una o más franjas amarillas, no se deben utilizar para fines diferentes a los de conductores de puesta a tierra de equipos. La marca de identificación debe ser uno de los métodos de las secciones 400.23 (A) o (B).

(A) Trenzado de color. Un acabado de trenzado de color verde continuo, o de color verde continuo con una o más franjas amarillas.

(B) Aislamiento o cubierta de color. En los cordones que no tengan trenzado en sus conductores individuales, un aislamiento de color verde continuo o de color verde continuo con una o más franjas amarillas.

400.24 Clavijas de conexión. Cuando un cordón flexible lleve conductor de puesta a tierra de equipos y esté equipado con clavija de conexión, esta clavija debe cumplir lo establecido en las Secciones 250.138 (A) y (B).

III. Cables portátiles de más de 600 voltios nominales

400.30 Alcance. Esta parte se aplica a los cables multiconductores portátiles utilizados para conectar equipos y maquinaria móviles.

400.31 Construcción.

(A) Conductores. Los conductores deben ser del 12 AWG de cobre o más grandes y deben tener un trenzado flexible.

(B) Blindaje. Los cables que funcionen a más de 2000 voltios deben ser blindados. El blindaje tiene por finalidad el confinar los esfuerzos de la tensión eléctrica dentro del aislamiento.

(C) Conductor(es) de puesta a tierra de equipos. Se debe suministrar un(os) conductor(es) de puesta a tierra de equipos. Su área total no debe ser menor a la del calibre del conductor de puesta a tierra de equipos, que se exige en la sección 250.122.

400.32 Blindaje. Todos los blindajes se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos.

400.33 Conductores de puesta a tierra de equipos. Los conductores de puesta a tierra de equipos se deben conectar según lo establecido en las partes VI y VII del Artículo 250.

400.34 Radio mínimo de curvatura. Los radios mínimos de curvatura de los cables portátiles durante su instalación y manipulación en servicio deben ser los adecuados para evitarles daños.

400.35 Accesorios. Los conectores que se utilicen para conectar tramos de cable en un tendido, deben ser de un tipo que los mantenga firmemente unidos. Debe evitarse que estos conectores se

abran o se cierren mientras estén energizados. Se deben emplear medios adecuados para eliminar las tensiones mecánicas en los conectores y terminaciones.

400.36 Empalmes y terminaciones. Los cables portátiles no deben contener empalmes, excepto si estos últimos son de tipo moldeado o vulcanizado permanente, de acuerdo con la sección 110.14 (B). Las terminaciones de los cables portátiles de más de 600 voltios nominales sólo deben ser accesibles a personal calificado y autorizado.

ARTÍCULO 402
Alambres para artefactos

402.1 Alcance. Este Artículo se refiere a los requisitos generales y las especificaciones de construcción de los alambres para artefactos.

402.2 Otros Artículos. Los alambres para artefactos deben cumplir lo establecido en este artículo y en las disposiciones aplicables de otros artículos de este Código.

Nota. Para aplicaciones en luminarias, véase el Artículo 410.

402.3 Tipos. Los alambres para artefactos deben ser de uno de los tipos incluidos en la Tabla 402.3 y deben cumplir con todos los requisitos de esa Tabla. Si no se indica otra cosa, los alambres para artefactos de la Tabla 402.3 son todos adecuados para servicio a 600 voltios nominales.

Nota. Los aislamientos termoplásticos se pueden endurecer a temperaturas menores a -10° C (+14° F), por lo que es necesario tener cuidado cuando se instalen a esas temperaturas. Los aislamientos termoplásticos también se pueden deformar a temperaturas normales si están sometidos a presión, por lo que es necesario tener cuidado al instalarlos y en los puntos de soporte.

402.5 Ampacidad permisible de alambres para artefactos. La ampacidad permisible de los alambres para artefactos debe ser como se especifica en la Tabla 402.5. No se debe utilizar ningún conductor en condiciones tales que su temperatura de operación exceda la especificada en la Tabla 402.3 para el tipo de aislamiento involucrado.

Nota. Para los límites de temperatura de los conductores, véase la sección 310.10.

Tabla 402.5 Ampacidad permisible de alambres para artefactos

Calibre (AWG)	Ampacidad permisible
18	6
16	8
14	17
12	23
10	28

402.6 Calibre mínimo. Los alambres para artefactos no deben ser de calibre inferior al 18 AWG.

402.7 Número de conductores en un conduit o tubería. El número de alambres para artefactos permitido en un solo conduit o tubería no debe superar el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 9.

402.8 Identificación del conductor puesto a tierra. Los alambres para artefactos que estén proyectados para su uso como conductores puestos a tierra, se deben identificar mediante una o más franjas blancas continuas sobre aislamientos que no sean de color verde o por los medios descritos en las secciones 400.22(A) hasta (E).

Tabla 402.3 Alambres para artefactos

Nombre	Letra de tipo	Aislamiento	Espesor del aislamiento AWG	Espesor del aislamiento mm	Espesor del aislamiento mils	Cubierta exterior	Temperatura máxima de operación	Disposiciones de aplicación
Alambre para artefactos recubierto con goma, resistente al calor - trenzado flexible	FFH-2	Goma resistente al calor. Polímero sintético degradado	18 - 16 18 - 16	0.76 0.76	30 30	Cubierta no metálica	75 °C 167 °F	Alambrado para artefactos
ECTFE - macizo o de 7 hilos - trenzado	HF	Etileno cloro-trifluoroetileno	18 - 14	0.38	15	Ninguna	150°C 302°F	Alambrado para artefactos
ECTFE de trenzado flexible	HFF	Etileno cloro-trifluoroetileno	18 - 14	0.38	15	Ninguna	150°C 302°F	Alambrado para artefactos
Alambre para artefactos con aislamiento de cinta, macizo o trenzado de 7 hilos	KF-1 KF-2	Cinta de polimida aromática Cinta de polimida aromática	18 - 10 18-10	0.14 0.21	5.5 8.4	Ninguna Ninguna	200°C 392°F 200°C 392°F	Alambrado para artefactos hasta de 300 volts Alambrado para artefactos
Alambre para artefactos con aislamiento de cinta – trenzado flexible	KFF-1 KFF-2	Cinta de polimida aromática Cinta de polimida aromática	18 - 10 18-10	0.14 0.21	5.5 8.4	Ninguna Ninguna	200°C 392°F 200°C 392°F	Alambrado para artefactos hasta de 300 volts Alambrado para artefactos
Perfluoroalcoxi - macizo o trenzado de 7 hilos (de níquel o cobre recubierto de níquel)	PAF	Perfluoroalcoxi	18 - 14	0.51	20	Ninguna	250°C 482°F	Alambrado para artefactos (níquel o cobre recubierto de níquel)
Perfluoroalcoxi - trenzado flexible	PAFF	Perfluoroalcoxi	18 - 14	0.51	20	Ninguna	150°C 302°F	Alambrado para artefactos
Alambre para artefactos de propileno etileno fluorado, macizo o trenzado de 7 hilos	PF	Propileno-etileno fluorado	18 - 14	0.51	20	Ninguna	200°C 392°F	Alambrado para artefactos
Alambre para artefactos de propileno-etileno fluorado, trenzado flexible	PFF	Propileno-etileno fluorado	18 - 14	0.51	20	Ninguna	150°C 302°F	Alambrado para artefactos
Alambre para artefactos de propileno-etileno fluorado, macizo o trenzado de 7 hilos	PGF	Propileno-etileno fluorado	18 - 14	0.36	14	Malla de vidrio	200°C 392°F	Alambrado para artefactos

(Continúa)

Tabla 402.3 Continúa

Nombre	Letra de tipo	Aislamiento	Espesor del aislamiento AWG	Espesor del aislamiento mm	Espesor del aislamiento mils	Cubierta exterior	Temperatura máxima de operación	Disposiciones de aplicación
Alambre para artefactos de propileno-etileno fluorado, trenzado flexible	PGFF	Propileno-etileno fluorado	18 - 14	0.36	14	Malla de vidrio	150ºC 302ºF	Alambrado para artefactos
Politetrafluoroetileno extruido, macizo o trenzado de 7 hilos (de níquel o de cobre recubierto de níquel)	PTF	Politetra-fluoroetileno extruido	18 -14	0.51	20	Ninguna	250ºC 482ºF	Alambrado para artefactos (níquel o cobre recubierto de níquel)
Politetrafluoroetileno extruido, trenzado flexible de 26-36 (AWG de plata o cobre recubierto de níquel)	PTFF	Politetra-fluoroetileno extruido	18-14	0.51	20	Ninguna	150ºC 302ºF	Alambrado para artefactos (de plata o cobre recubierto de níquel)
Alambre para artefactos recubierto de caucho, resistente al calor, macizo o trenzado de 7 hilos.	RFH-1	Goma resistente al calor	18	0.38	15	Cubierta no metálica	75ºC 167ºF	Alambrado para artefactos hasta de 300 volts.
	RFH-2	Goma resistente al calor Polímero sintético degradado	18 - 16	0.76	30	Ninguna o cubierta no metálica	75ºC 167ºF	Alambrado para artefactos
Alambre para artefactos, macizo o trenzado de 7 hilos, aislado con polímero sintético degradado, resistente al calor	RFHH-2*	Polímero sintético degradado	18 - 16	0.76	30	Ninguna o cubierta no metálica	90ºC 194ºF	Alambrado para artefactos
	RFHH-3*		18 - 16	1.14	45			
Alambre para artefactos macizo o trenzado de 7 hilos, aislado con silicona	SF-1	Goma de silicona	18	0.38	15	Cubierta no metálica	200ºC 392ºF	Alambrado para artefactos hasta 300 volts
	SF-2	Goma de silicona	18 - 12 10	0.76 1.14	30 45	Cubierta no metálica	200ºC 392ºF	Alambrado para artefactos
Alambre para artefactos aislado con silicona, trenzado flexible	SFF-1	Goma de silicona	18	0.38	15	Cubierta no metálica	150º C 302º F	Alambrado para artefactos hasta 300 volts
	SFF-2	Goma de silicona	18 - 12 10	0.76 1.14	30 45	Cubierta no metálica	150º C 302º F	Alambrado para artefactos

(Continúa)

Tabla 402.3 Continúa

Nombre	Letra de tipo	Aislamiento	Espesor del aislamiento			Cubierta exterior	Temperatura máxima de operación	Disposiciones de aplicación
			AWG	mm	mils			
Alambre para artefactos macizo o trenzado de 7 hilos, recubierto con termoplástico.	TF*	Termoplástico	18 - 16	0.76	30	Ninguna	60º C 140º F	Alambrado para artefactos
Alambre para artefactos con trenzado flexible, recubierto con termoplástico	TFF*	Termoplástico	18 - 16	0.76	30	Ninguna	60º C 140º F	Alambrado para artefactos
Alambre para artefactos macizo o trenzado de 7 hilos, con recubrimiento termoplástico resistente al calor.	TFN*	Termoplástico	18 - 16	0.38	15	Chaqueta de nylon o equivalente	90º C 194º F	Alambrado para artefactos
Alambre para artefactos con trenzado flexible, con recubrimiento termoplástico resistente al calor	TFFN*	Termoplástico	18 - 16	0.38	15	Chaqueta de nylon o equivalente	90º C 194º F	Alambrado para artefactos
Alambre para artefactos macizo o trenzado de 7 hilos aislado con poliolefina de enlace cruzado	XF*	Poliolefina de enlace cruzado	18 - 14 12 - 10	0.76 1.14	30 45	Ninguna	150º C 302º F	Alambrado para artefactos hasta 300 volts.
Alambre para artefactos con trenzado flexible, aislado con poliolefina de enlace cruzado	XFF*	Poliolefina de enlace cruzado	18 - 14 12 - 10	0.76 1.14	30 45	Ninguna	150º C 302º F	Alambrado para artefactos hasta 300 volts
ETFE modificado, macizo o trenzado de 7 hilos	ZF	Etileno-tetrafluoro-etileno modificado	18 - 14	0.38	15	Ninguna	150º C 302º F	Alambrado para artefactos
Trenzado flexible	ZFF	Etileno-tetrafluoro-etileno modificado	18 - 14	0.38	15	Ninguna	150º C 302º F	Alambrado para artefactos
ETFE modificado de alta temperatura, macizo o trenzado de 7 hilos.	ZHF	Etileno-tetrafluoro-etileno modificado	18 - 14	0.38	15	Ninguna	200º C 392º F	Alambrado para artefactos

* Se permitirá marcar como de humo limitado después del Código de designación de tipo a los aislamientos y cubiertas exteriores que cumplan los requisitos de ser retardante a la llama, de humo limitado y estén así listados.

402.9 Marcado.

(A) Método de marcado. Los alambres para artefactos con aislamiento termoplástico se deben marcar de manera duradera en su superficie a intervalos no superiores a 610 mm (24 pulgadas). Todos los demás alambres para artefactos se deben marcar por medio de una etiqueta impresa unida al rollo, carrete o caja.

(B) Marcado opcional. Se permitirá que los tipos de alambres para artefactos incluidos en la Tabla 402.3 sean marcados en su superficie, para indicar las características especiales de los materiales del cable. Estas marcas incluyen, pero no se limitan a las marcas para humo limitado, resistencia a la luz solar, etc.

402.10 Usos permitidos. Se permitirá usar los alambres para artefactos:

(1) En instalaciones de luminarias y equipos similares cuando estén encerrados o protegidos y no estén sometidos a doblado o torsión durante su uso, o (2) para conectar las luminarias a los conductores del circuito ramal que alimenta a las luminarias.

402.11 Usos no permitidos. Los alambres para artefactos no se deben usar como conductores de los circuitos ramales, excepto lo permitido por otros apartes de este Código.

402.12 Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de los alambres para artefactos debe ser como se especifica en la sección 240.5.

ARTÍCULO 404
Interruptores

I. Instalación

404.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se deben aplicar a todos los interruptores, dispositivos de desconexión e interruptores automáticos cuando se utilizan como interruptores.

404.2 Conexiones del interruptor.

(A) Interruptores de tres vías y de cuatro vías. Los interruptores de tres y cuatro vías se debe alambrar de manera tal que toda la desconexión se haga únicamente en el circuito del conductor no puesto a tierra. Cuando se encuentren en canalizaciones metálicas o cables con armadura metálica, el alambrado entre los interruptores y las salidas se debe hacer de acuerdo con la sección 300.20 (A).

> *Excepción: No se exigirá que bucles en los interruptores tengan un conductor puesto a tierra*.

(B) Conductores puestos a tierra. Los interruptores y los interruptores automáticos no deben desconectar el conductor puesto a tierra de un circuito.

> *Excepción: Se permitirá que un interruptor o un interruptor automático desconecte el conductor puesto a tierra del circuito cuando todos los conductores del circuito se desconectan simultáneamente, o cuando el dispositivo está dispuesto de manera tal que el conductor puesto a tierra no se puede desconectar hasta que todos los conductores no puestos a tierra del circuito se hayan desconectado.*

404.3 Envolvente, cubiertas o gabinete.

(A) Generalidades. Los interruptores y los interruptores automáticos deben ser de tipo operable desde el exterior, montados en un envolvente listado para dicho uso. El espacio mínimo para la curvatura del alambre en las terminaciones y el espacio mínimo en la canal dentro de los envolventes para interruptores deben ser aquellos exigidos en la sección 312.6.

> *Excepción No. 1: Se permitirá que no tengan gabinete los interruptores de resorte de tipo colgante o superficial, e interruptores de cuchilla montados en tableros de distribución o paneles de distribución abiertos.*
>
> *Excepción No. 2: Se permitirá que no tengan gabinetes los interruptores y los interruptores automáticos instalados de acuerdo con las secciones 110.27 (A) (1), (A) (2), (A) (3) ó (A)(4).*

(B) Usados como canalización. Los gabinetes no se deben utilizar como cajas de empalme, canales auxiliares ni canalizaciones para conductores que se alimentan a través o se derivan de otros interruptores o dispositivos de protección contra sobrecorriente, a menos que el envolvente cumpla con las disposiciones de la sección 312.8.

404.4 Lugares húmedos o mojados. Un interruptor o interruptor automático de montaje superficial en un lugar húmedo o mojado debe tener un gabinte a prueba de intemperie o un gabinete que debe

cumplir lo exigido en la sección 312.2. Un interruptor o interruptor automático de montaje a nivel en un lugar húmedo o mojado debe tener una cubierta a prueba de intemperie. No se deben instalar interruptores en lugares mojados en espacios de duchas o tinas, a menos que se instalen como parte de un ensamble listado para tina o ducha.

404.5 Interruptores temporizados, destelladores y dispositivos similares. Los interruptores temporizados, destelladores y dispositivos similares deben ser de tipo encerrado o se deben montar en gabinetes, cajas o envolvente para equipos. Las partes energizadas deben tener barreras para evitar la exposición del operario cuando hace ajustes o conmutación manuales.

> *Excepción: Se permitirá que los dispositivos montados de manera tal que son accesibles únicamente a personas calificadas no tengan barreras, siempre que se ubiquen dentro de un envolvente de manera que todas las partes energizadas a una distancia no mayor de 152 mm (6.0 pulgadas) del ajuste manual o interruptor estén cubiertas con barreras adecuadas.*

404.6 Posición y conexión de los interruptores.

(A) Interruptores de cuchilla de un tiro. Los interruptores de cuchilla de un tiro se deben colocar de manera tal que la gravedad no haga que se cierren. Los interruptores de cuchilla de un tiro aprobados para uso en posición invertida se deben suministrar con medios mecánicos integrados que garanticen que las cuchillas permanezcan en la posición abierta cuando se fijan de este modo.

(B) Interruptores de cuchilla de doble tiro. Se permitirá que los interruptores de cuchilla de doble tiro estén montados de modo que la vía sea vertical u horizontal. Cuando el tiro es vertical, se deben suministrar medios mecánicos integrados que mantengan las cuchillas en la posición abierta cuando se fijan de este modo.

(C) Conexión de los interruptores. Los interruptores de cuchilla de un tiro y los interruptores con contactos de presión directa se deben conectar de tal manera que sus cuchillas no estén energizadas cuando el interruptor esté en posición abierta. Los interruptores de contacto a presión atornillados deben tener barreras que eviten el contacto involuntario con las cuchillas energizadas. Los interruptores de cuchilla de un tiro, los interruptores de contacto a presión atornillados, los interruptores de caja moldeada, los interruptores con contactos de presión directa y los interruptores automáticos utilizados como interruptores se deben conectar de forma tal que las terminales que alimentan a la carga estén desenergizados cuando el interruptor está en posición abierta.

> *Excepción: Se permitirá que las cuchillas y las terminales que alimentan a la carga de un interruptor estén energizadas cuando el interruptor está en posición abierta, si el interruptor está conectado a circuitos o equipos con capacidad inherente para suministrar una fuente de energía de retroalimentación. Para dichas instalaciones, se debe instalar anuncio permanente en el envolvente del interruptor o en la zona inmediata adyacente a los interruptores abiertos con las siguientes palabras o su equivalente: ADVERTENCIA. LAS TERMINALES EN EL LADO DE LA CARGA PUEDEN ESTAR ENERGIZADAS POR RETROALIMENTACION.*

404.7 Indicación. Los interruptores de uso general y para circuitos de motores, los interruptores

automáticos y los interruptores de caja moldeada, cuando están montados en un gabinete como el descrito en la sección 404.3, deben indicar claramente si están en posición abierta (off) o en posición cerrada (on).
Cuando las manijas de estos interruptores o interruptores automáticos se operan verticalmente y no de manera rotativa ni horizontal, la posición superior de las manijas debe ser la posición cerrada (on).

Excepción No. 1: Se permitirá que los interruptores de doble tiro operados verticalmente estén en la posición cerrada (on) con la manija ya sea en posición superior o inferior.

Excepción No. 2: En instalaciones de barras canalizadas, se permitirá que los interruptores de derivación que utilizan una manija con pivote central estén en posición abierta o cerrada con el extremo de la manija bien sea en posición superior o inferior. La posición del interruptor debe estar indicada claramente y debe ser visible desde el piso o desde el punto usual de operación.

404.8 Accesibilidad y agrupamiento.

(A) Ubicación. Todos los interruptores y los interruptores automáticos utilizados como interruptores se deben ubicar de manera tal que se puedan operar desde un lugar fácilmente accesible. Se deben instalar de forma tal que el centro de agarre de la manija de operación del interruptor o del interruptor automático, cuando está en su posición más elevada, no esté a más de 2.0 m (6 pies 7 pulgadas) por encima del piso o de la plataforma de trabajo.

Excepción No. 1: En instalaciones de barras canalizadas, se permitirá que los interruptores con fusibles y los interruptores automáticos se ubiquen al mismo nivel de la barra canalizada. Se deben suministrar medios adecuados para operar la manija del dispositivo desde el suelo.

Excepción No. 2: Se permitirá que los interruptores e interruptores automáticos instalados adyacentes a motores, electrodomésticos y otros equipos a los cuales alimentan, se ubiquen a una altura superior a 2.0 m (6 pies 7 pulgadas) y que sean accesibles por medios portátiles.

Excepción No. 3: Se permitirá que los interruptores de aislamiento (seccionadores) operables con pértiga estén en alturas superiores.

(B) Tensión entre dispositivos adyacentes. Un interruptor de resorte no se debe agrupar ni reunir en envolventes con otros interruptores de resorte, receptáculos o dispositivos similares, a menos que estén organizados de forma que la tensión entre los dispositivos adyacentes no exceda los 300 voltios, o a menos que se instalen en envolventes equipados con barreras identificadas, instaladas de forma segura entre los dispositivos adyacentes.

(C) Interruptores multipolares de resorte. No se permitirá que un interruptor multipolar de resorte, para uso general, esté alimentado desde más de un solo circuito, a menos que esté listado y marcado como interruptor de dos o tres circuitos, o a menos que su tensión nominal no sea inferior a la tensión nominal de línea a línea del sistema que alimenta a los circuitos.

404.9 Disposiciones para interruptores de resorte de uso general.

(A) Placas frontales. Las placas frontales que se suministran para interruptores de resorte instalados en cajas y otros envolventes, se deben instalar de manera que cubran por completo la abertura y,

cuando el interruptor está montado a nivel, se asiente contra la superficie terminada.

(B) Puesta a tierra. Los interruptores de resorte, incluyendo reguladores de intensidad e interruptores similares de control, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos y deben proporcionar un medio para conectar las placas frontales metálicas al conductor de puesta a tierra del equipo, se instale o no una placa frontal metálica. Los interruptores de resorte se deben considerar como parte de una trayectoria de corriente eficaz de falla a tierra, si se cumple cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) El interruptor está montado con tornillos metálicos a una caja metálica o una cubierta metálica que está conectada a un conductor de puesta a tierra del equipo, o a una caja no metálica con medios integrados para la conexión a un conductor de puesta a tierra del equipo.

(2) Un conductor de puesta a tierra del equipo o un puente de unión del equipo está conectado a una terminación de puesta a tierra de equipos del interruptor de resorte.

Excepción 1 para (B): Cuando no existen medios dentro del gabinete del interruptor de resorte para la conexión al conductor de puesta a tierra del equipo o cuando el método de alambrado no incluye ni suministra un conductor de puesta a tierra de equipos, se permitirá un interruptor de resorte sin conexión a un conductor de puesta a tierra de equipos únicamente con propósitos de reemplazo. Un interruptor de resorte alambrado según las disposiciones de esta excepción y ubicado al alcance desde la tierra, el suelo o pisos conductores, u otras superficies conductoras se debe suministrar con una placa frontal de material no combustible, no conductor, o se debe proteger mediante un interruptor del circuito contra falla a tierra.

Excepción 2 para (B): No se exigirá que los ensambles o equipos aprobados sean conectados a un conductor de puesta a tierra de equipos si se cumplen todas las siguientes condiciones:

(1) El dispositivo está equipado con una placa frontal no metálica que no se puede instalar en cualquier otro tipo de dispositivo;

(2) El dispositivo no cuenta con medios de montaje para aceptar otras configuraciones de placas frontales;

(3) El dispositivo está equipado con un yugo no metálico; y

(4) Todas las partes del desconectivo manipulables para su operación están fabricadas de materiales no metálicos.

(C) Construcción. Las placas frontales metálicas deben ser de metal ferroso con espesor no inferior a 0.76 mm (0.030 pulgadas) o de metal no ferroso con espesor no inferior a 1.02 mm (0.040 pulgadas). Las placas frontales de material aislante deben ser no combustibles y tener un espesor no inferior a 2.54 mm (0.010 pulgadas), pero se permitirá un espesor inferior a 2.54 mm (0.010 pulgadas), si están moldeadas o reforzadas de modo que brinden una resistencia mecánica adecuada.

404.10 Montaje de los interruptores de resorte.

(A) Tipo superficial. Los interruptores de resorte utilizados con alambrado abierto sobre aisladores se deben montar sobre un material aislante que separe los conductores por lo menos 13 mm (½ pulgada) de la superficie sobre la cual está alambrada.

(B) De montaje en caja. Los interruptores de resorte de tipo empotrado montados en cajas que están separadas de la superficie terminada, tal como lo permite la sección 314.20, se deben instalar de manera tal que las aletas de yeso de extensión se asienten contra la superficie. Los interruptores de resorte de tipo empotrado montados en cajas que están a nivel con la superficie terminada o que sobresalen de ella, se deben instalar de manera tal que el yugo o el fleje del interruptor se asienten contra la caja.

404.11 Interruptores automáticos como desconector. Se permitirá que un interruptor automático de operación manual, equipado con una manija o una palanca, o un interruptor automático de operación eléctrica que se pueda abrir con la mano en el caso de falla de la alimentación, sirvan como interruptor si tienen el número exigido de polos.

Nota: Véanse las disposiciones de las secciones 240.81 y 240.83.

404.12 Puesta a tierra de los gabinetes. Los gabinetes metálicos para los interruptores o los interruptores automáticos deben estar conectados a un conductor de puesta a tierra del equipo tal como se especifica en la Parte IV del Artículo 250. Los gabinetes metálicos para los interruptores o los interruptores automáticos utilizados como equipo de acometida deben cumplir con las disposiciones de la Parte V del Artículo 250. Cuando se utilizan gabinetes no metálicos con canalizaciones metálicas o con cables con blindaje metálico, se deben tener medios para la conexión del conductor o conductores de puesta a tierra del equipo.

Excepto lo indicado en la sección 404.9 (B), Excepción, las cajas no metálicas para los interruptores se deben instalar con un método de alambrado que proporcione o incluya un conductor de puesta a tierra de equipos.

404.13 Interruptores de cuchilla.

(A) Seccionadores. Los interruptores de cuchilla con capacidad nominal mayor a 1200 amperios a 250 voltios o menos, y a más de 600 amperios con tensión entre 250 y 600 voltios, se deben utilizar únicamente como seccionadores y no se deben abrir bajo carga.

(B) Interrupción de Corrientes. Para interrumpir corrientes superiores a 1200 amperios a 250 voltios nominales o menos, o superiores a 600 amperios con tensión entre 250 y 600 voltios nominales, se debe utilizar un interruptor automático o un interruptor con diseño especial listado para tal propósito.

(C) Interruptores para uso general. Los interruptores de cuchilla con capacidad nominal inferior a las que se especifican en las secciones 404.13 (A) y (B) se deben considerar interruptores para uso general.

Nota: Véase la definición de interruptor para uso general en el Artículo 100.

(D) Interruptores para circuitos de motores. Se permitirá que los interruptores para circuitos de motores sean de tipo interruptor de cuchilla.

Nota: Véase la definición de interruptor para circuito de motor en el Artículo 100.

404.14 Valor nominal y uso de los interruptores de acción rápida. Los interruptores de acción rápida se deben utilizar dentro de sus valores nominales y según se indica en las secciones 404.14 (A) hasta (E).

Nota No. 1: Para los interruptores de anuncios e iluminación de contorno, véase la sección 600.6.

Nota No. 2: Para interruptores que controlan motores, véase las secciones 430.83, 430.109 y 430.110.

(A) Interruptor de acción rápida de corriente alterna para uso general. Es una forma de interruptor de acción rápida para uso general adecuado únicamente para utilizar en circuitos de corriente alterna para controlar los siguientes elementos:

(1) Cargas resistivas e inductivas, que incluye lámparas de descarga eléctrica, que no excedan el valor nominal de corriente del interruptor a la tensión involucrada.

(2) Cargas para lámparas con filamentos de tungsteno que no excedan el valor nominal de corriente del interruptor a 120 voltios.

(3) Cargas de motor, que no excedan el 80 por ciento del valor nominal de corriente del interruptor a su tensión nominal.

(B) Interruptor de acción rápida de corriente alterna o corriente continua para uso general. Es una forma de interruptor de acción rápida para uso general adecuada para utilizar en circuitos bien sea de corriente alterna o de corriente continua para controlar los siguientes elementos:

(1) Cargas resistivas que no excedan el valor nominal de corriente del interruptor a la tensión aplicada.

(2) Cargas inductivas que no excedan el 50 por ciento del valor nominal de corriente del interruptor a la tensión aplicada. Los interruptores con valor nominal expresado en caballos de fuerza son adecuados para controlar cargas de motor dentro de su valor nominal a la tensión aplicada.

(3) Cargas para lámparas con filamentos de tungsteno que no excedan el valor nominal de corriente del interruptor a la tensión aplicada, si tienen clasificación T.

(C) Interruptores de acción rápida CO/ALR. Los interruptores de acción rápida con valor nominal de 20 amperios o menos, conectados directamente a conductores de aluminio deben estar listados y marcados como CO/ALR.

(D) Interruptores de acción rápida de corriente alterna para uso específico y con valor nominal de 347 voltios. Los interruptores de acción rápida con valor nominal de 347 voltios de corriente alterna deben estar listados y se deben utilizar únicamente para controlar las cargas permitidas en las secciones (D) (1) y (D) (2).

(1) Cargas no inductivas. Cargas no inductivas diferentes de lámparas con filamentos de tungsteno, que no excedan los valores nominales de corriente y tensión del interruptor.

(2) Cargas inductivas. Cargas inductivas que no excedan los valores nominales de corriente y tensión del interruptor. Cuando se especifican características o limitaciones particulares de la carga como condición de listado, se deben cumplir dichas restricciones independientemente del valor nominal de corriente de la carga.

El valor nominal de corriente del interruptor no debe ser inferior a 15 amperios a una tensión nominal de 347 voltios de corriente alterna. Los interruptores de resorte del tipo empotrado con valor nominal de 347 voltios de corriente alterna no deben ser fácilmente intercambiables en la caja de montaje con los interruptores identificados en las secciones 404.14 (A) y (B).

(E) Interruptores reguladores de intensidad. Los interruptores reguladores de intensidad para uso general se deben utilizar únicamente para el control de luminarias incandescentes instaladas permanentemente, a menos que estén listados para el control de otras cargas y se instalen según corresponda.

II. Especificaciones de construcción

404.15 Marcado.

(A) Valores nominales. Los interruptores deben estar marcados con la corriente, la tensión y, si están clasificados en caballos de fuerza, el valor nominal máximo para la cual están diseñados.

(B) Indicación de abierto (off). Cuando está en la posición abierta, un dispositivo de conmutación con posición OFF marcada, debe desconectar por completo todos los conductores no puestos a tierra de la carga que controla.

404.16 Interruptores de cuchilla de 600 voltios. Contactos auxiliares de tipo renovable o de apertura rápida o su equivalente, se deben suministrar en todos los interruptores de cuchilla con valor nominal de 600 voltios y diseñados para usar en la interrupción de una corriente superior a 200 amperios.

404.17 Interruptores con fusibles. Un interruptor con fusibles no debe tener fusibles en paralelo, excepto lo permitido en la sección 240.8.

404.18 Espacio de doblez del alambre. El espacio de doblez del alambre que se exige en la sección 404.3 debe cumplir las separaciones que se indican en la Tabla 312.6 (B) para la pared del envolvente opuesta a la línea y las terminales de la carga.

ARTÍCULO 406
Receptáculos, conectores de cordón y clavijas de conexión

406.1 Alcance. Este artículo trata del valor nominal, el tipo y la instalación de receptáculos, conectores de cordón y clavijas de conexión.

406.2 Valor nominal y tipo del receptáculo.

(A) Receptáculo. Los receptáculos deben estar listados y marcados con el nombre o la identificación del fabricante y los valores nominales de corriente y tensión.

(B) Valor nominal. Los receptáculos y los conectores de cordón deben tener valor nominal no inferior a 15 amperios, 125 voltios, o 15 amperios, 250 voltios y deben ser de tipo no adecuado para uso como luminarias.

> **Nota**: Véase la sección 210.21 (B) con respecto a los valores nominales de los receptáculos cuando se instalan en circuitos ramales.

(C) Receptáculos para conductores de aluminio. Los receptáculos con valor nominal de 20 amperios o menos y diseñados para la conexión directa de los conductores de aluminio de deben marcar como CO/ALR.

(D) Receptáculos con puesta a tierra aislada. Los receptáculos que tienen una conexión aislada del conductor de puesta a tierra proyectada para la reducción del ruido eléctrico (interferencia electromagnética), tal como se permite en la sección 250.146 (D), deben estar identificados con un triángulo anaranjado ubicado en la parte frontal del receptáculo.

> (1) Conductor aislado de puesta a tierra de equipos exigido. Los receptáculos así identificados se deben utilizar únicamente con conductores de puesta a tierra de equipos que estén aislados, de acuerdo con la sección 250.146 (D).
>
> (2) Instalación en cajas no metálicas. Los receptáculos con puesta a tierra aislada, instalados en cajas no metálicas deben estar cubiertos con una placa frontal no metálica.
>
> > *Excepción: Cuando un receptáculo de puesta a tierra aislada se instala en una caja no metálica, se permitirá una placa frontal metálica si la caja contiene una característica o un accesorio que permita la puesta a tierra efectiva de la placa frontal*.

406.3 Requisitos generales de instalación. Las salidas de los receptáculos deben estar en circuitos ramales de acuerdo con la parte III del Artículo 210. Los requisitos generales de instalación deben estar acordes con las secciones 406.3 (A) hasta (F).

> (A) De tipo de puesta a tierra. Los receptáculos instalados en circuitos ramales de 15 y 20 amperios deben ser de tipo de puesta a tierra. Los receptáculos de tipo de puesta a tierra se deben instalar únicamente en circuitos con la clase de tensión y la corriente para los cuales están clasificados, excepto lo indicado en la Tabla 210.21 (B) (2) y en la Tabla 210.21 (B) (3).

Excepción: Receptáculos de tipo no puesto a tierra instalados de acuerdo con la sección 406.3 (D).

(B) Puestos a tierra. Los receptáculos y los conectores de cordón que tienen contactos para el conductor de puesta a tierra de equipos deben tener dichos contactos conectados a un conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción No. 1: Receptáculos montados en generadores portátiles y montados en vehículos, según la sección 250.34. Excepción No. 2: Receptáculos de reemplazo tal como lo permite la sección 406.3 (D).

(C) Métodos de puesta a tierra. Los contactos del conductor de puesta a tierra de equipos de los receptáculos y los conectores de cordón se deben poner a tierra mediante la conexión al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito que alimenta al receptáculo o al conector de cordón.

Nota: Para los requisitos de instalación para la reducción del ruido eléctrico, véase la sección 250.146(D).

El método de alambrado del circuito ramal debe incluir o proporcionar un conductor de puesta tierra de equipos al cual se conecten los contactos del conductor de puesta a tierra de equipos del receptáculo o del conector de cordón.

Nota No. 1: Véase la sección 250.118 con respecto a los medios de puesta a tierra aceptables.

Nota No. 2: Véase la sección 250.130 con respecto a las extensiones de circuitos ramales existentes.

(D) Reemplazos. Los receptáculos para reemplazo deben cumplir con las indicaciones de las secciones 406.3 (D) (1), (D) (2) y (D) (3), según se aplique.

(1) Receptáculos de tipo de puesta a tierra. Cuando existe un medio de puesta a tierra en el envolvente del receptáculo o se instala un conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con la sección 250.130 (C), se deben utilizar receptáculos de tipo de puesta a tierra y se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con la sección 406.3 (C) ó 250.130 (C).

(2) Interruptores del circuito contra falla a tierra. Los receptáculos protegidos con interruptor del circuito contra falla a tierra se deben suministrar cuando se hacen reemplazos en las salidas de receptáculos para las cuales se exige esta protección en otros apartes de este Código.

(3) Receptáculos de tipo de no puesta a tierra. Cuando no existe conexión al conductor de puesta a tierra de equipos en el envolvente del receptáculo, la instalación debe cumplir con las secciones (D) (3) (a), (D) (3) (b) ó (D) (3) (c).

(a) Se permitirá que un(os) receptáculo(s) de tipo de no puesta a tierra sea reemplazado con otro(s) receptáculo(s) del mismo tipo.

(b) Se permitirá que un(os) receptáculo(s) de tipo de no puesta a tierra sea(n) reemplazado(s) con un(os) receptáculo(s) del tipo interruptor del circuito contra falla a tierra. Estos receptáculos deben estar marcados como "sin puesta a tierra del equipo". Un conductor de puesta a tierra de equipos no se debe conectar desde el receptáculo de tipo interruptor del circuito contra falla a tierra hasta ninguna salida alimentada desde el receptáculo del tipo interruptor del circuito contra falla a tierra.

(c) Se permitirá que un(os) receptáculo(s) de tipo de no puesta a tierra sea(n) reemplazado(s) con un(os) receptáculo(s) del tipo de puesta a tierra cuando se alimenta a través de un interruptor del circuito contra falla a tierra. Los receptáculos del tipo de puesta a tierra alimentados a través del interruptor del circuito contra falla a tierra (GFCI) deben estar marcados como "protegidos con GFCI" y "sin puesta a tierra del equipo". Un conductor de puesta a tierra de equipos no se debe conectar entre los receptáculos de tipo de puesta a tierra.

(E) Equipo conectado con cordón y clavija. La instalación de receptáculos del tipo de puesta a tierra no se debe utilizar como requisito de que todo equipo conectado con cordón y clavija debe ser del tipo puesto a tierra.

Nota: Véase la sección 250.114 con respecto a los tipos de equipos conectados con cordón y clavija que se deben poner a tierra.

(F) Tipos no intercambiables. Los receptáculos conectados a circuitos que tienen diferentes tensiones, frecuencias o tipos de corriente (alterna o continua) en las mismas instalaciones deben tener un diseño tal que las clavijas de conexión utilizadas en estos circuitos no sean intercambiables.

406.4 Montaje del receptáculo. Los receptáculos se deben montar en cajas o ensambles diseñados para tal propósito, y tales cajas o ensambles deben estar fijos firmemente en su lugar, a menos que se permita algo diferente en otros apartes de este Código.

(A) Cajas sumidas. Los receptáculos montados en cajas que están sumidas con respecto a la superficie terminada, tal como se permite en la sección 314.20, se deben instalar de manera tal que el yugo o el fleje de montaje del receptáculo se sostenga rígidamente en la superficie terminada.

(B) Cajas empotradas. Los receptáculos montados en cajas empotradas que están a nivel con la superficie terminada o que sobresalen de ella se deben instalar de manera tal que el yugo o el fleje de montaje del receptáculo se sostenga rígidamente contra la caja o la tapa de la caja.

(C) Receptáculos montados sobre tapas. Los receptáculos que están montados en una tapa y que están sostenidos por ella se deben sostener rígidamente contra la tapa por más de un tornillo, o debe

ser un ensamble de dispositivo o una tapa para caja listada e identificada para fijación por medio de un solo tornillo.

(D) Posición de las partes frontales de los receptáculos. Después de la instalación, las partes frontales de los receptáculos deben estar a nivel con o sobresalir desde las placas frontales de material aislante, y deben sobresalir un mínimo de 0.4 mm (0.015 pulgadas) desde las placas frontales metálicas.

> *Excepción: Se permitirán conjuntos o ensambles listados que incorporan receptáculos y placas frontales no metálicas que cubren la parte frontal del receptáculo, cuando la placa no se puede instalar en ningún otro receptáculo.*

(E) Receptáculos en mesones y superficies de trabajo similares en unidades de vivienda. Los receptáculos no se deben instalar en posición hacia arriba en los mesones o en superficies de trabajo similares.

(F) Terminales expuestos. Los receptáculos deben estar encerrados de manera tal que los terminales energizados del alambrado no queden expuestos al contacto.

(G) Tensión entre dispositivos adyacentes. Un receptáculo no se debe agrupar ni reunir en envolvente con otros interruptores de resorte, receptáculos o dispositivos similares, a menos que estén organizados de forma que la tensión entre los dispositivos adyacentes no exceda los 300 voltios, o a menos que se instalen en envolventes equipados con barreras identificadas, instaladas de forma segura entre los dispositivos adyacentes.

406.5 Placas frontales (placas para cubierta) de los receptáculos. Las placas frontales de los receptáculos se deben instalar de manera que cubran totalmente la abertura y se asienten contra la superficie de montaje.

(A) Espesor de las placas frontales metálicas. Las placas frontales metálicas deben ser de metal ferroso con un espesor no inferior a 0.76 mm (0.030 pulgadas) o de metal no ferroso con espesor no inferior a 1.02 mm (0.040 pulgadas).

(B) Puesta a tierra. Las placas frontales metálicas se deben poner a tierra.

(C) Placas frontales de material aislante. Las placas frontales de material aislante deben ser no combustibles y tener un espesor no inferior a 2.54 mm (0.10 pulgadas), pero se permitirá que tengan un espesor inferior a 2.54 mm (0.10 pulgadas), si están formadas o reforzadas para suministrar resistencia mecánica adecuada.

406.6 Clavijas de conexión, conectores de cordón y dispositivos superficiales con brida. Todas las clavijas de conexión, los conectores de cordón y los dispositivos superficiales con bridas (entradas y salidas) deben estar listados y marcados con el nombre o la identificación del fabricante y con los valores nominales de corriente y tensión.

(A) Construcción de clavijas de conexión y conectores de cordón. Las clavijas de conexión y los conectores de cordón deben estar construidos de manera tal que las partes portadoras de corriente no queden expuestas, excepto las espigas, las cuchillas o los pines de conexión. La cubierta de las terminaciones de cable debe ser una parte esencial para la operación de una

clavija de conexión o conector (construcción de frente muerto).

(B) Conexión de las clavijas de conexión. Las clavijas de conexión se deben instalar de modo que sus espigas, cuchillas o pines de conexión no estén energizados, a menos que se inserten en un receptáculo energizado o a conectores de cordón. Ningún receptáculo se debe instalar de modo que sea necesaria la inserción de una clavija de conexión energizada como su fuente de alimentación.

(C) Mecanismos de eyección de la clavija de conexión. Los mecanismos de eyección de la clavija de conexión no deben afectar adversamente el acople de las cuchillas de la clavija de conexión con los contactos del receptáculo.

(D) Entrada superficial con brida. Una entrada superficial con brida se debe instalar de forma que las espigas, las cuchillas o los pines de conexión no estén energizados, a menos que se inserte en ella un conector de cordón energizado

406.7 No intercambiables. Los receptáculos, conectores de cordón y clavijas de conexión se deben construir de manera tal que ni el receptáculo ni los conectores de cordón acepten una clavija de conexión con valor nominal de corriente y de tensión diferentes de aquellos para los cuales se proyectó el dispositivo. Sin embargo, se permitirá que un receptáculo de 20 amperios con ranura en T o un conector de cordón acepten una clavija de conexión de 15 amperios con la misma tensión nominal. Los receptáculos y conectores del tipo de no puesta a tierra no deben aceptar clavijas de conexión del tipo de puesta a tierra.

406.8 Receptáculos en lugares húmedos o mojados.

(A) Lugares húmedos. Un receptáculo instalado en una zona exterior, en un lugar protegido de la intemperie o en otros lugares húmedos, debe tener un envolvente que sea a prueba de la intemperie cuando el receptáculo está cubierto (la clavija de conexión sin introducir y las cubiertas del receptáculo cerradas).
Una instalación adecuada para lugares mojados también se debe considerar adecuada para lugares húmedos.
Se debe considerar que un receptáculo está en un lugar protegido de la intemperie cuando está debajo de porches abiertos con techo, tapas ornamentales, marquesinas o similares, y no está sometido a lluvia fuerte ni a corrientes de agua. Todos los receptáculos de 15 y 20 amperios, 125 y 250 voltios sin bloqueo, deben ser del tipo resistente a la intemperie certificados.

> **Nota**: Los tipos de receptáculos cubiertos por este requisito están identificados como 5-15, 5-20, 6-15 y 6-20 en la norma ANSI/NEMA WD 6-2002, National Electrical Manufacturers Association, Standard for Dimensions of Attachment Pligs and Receptacles.

(B) Lugares mojados.

(1) Receptáculos de 15 y 20 amperios en lugares mojados. Los receptáculos de 15 y 20 amperios, 125 y 250 voltios instalados en un lugar mojado deben tener un envolvente que sea a prueba de la intemperie esté introducida o no la clavija de conexión. Todos los receptáculos de 15 y 20 amperios, 125 y 250 voltios sin bloqueo, deben ser del tipo resistente a la intemperie listados.

Nota: Los tipos de receptáculos cubiertos por este requisito están identificados como 5-15, 5-20, 6-15 y 6-20 en la norma ANSI/NEMA WD 6-2002, National Electrical Manufacturers Association, Standard for Dimensions of Attachment Pligs and Receptacles.

Excepción: Se permitirá que los receptáculos de 15 y 20 amperios, de 125 hasta 250 voltios, instalados en un lugar mojado y sometidos a lavado rutinario con aspersión de alta presión, tengan un envolvente que sea a prueba de intemperie cuando la clavija de conexión sea retirada.

(2) Otros receptáculos. Todos los otros receptáculos instalados en un lugar mojado deben cumplir con las secciones (B) (2) (a) o (B) (2) (b).

(a) Un receptáculo instalado en un lugar mojado, cuando el producto previsto a conectarse a él estará desatendido mientras está en uso, debe tener un envolvente que sea a prueba de intemperie cuando la clavija de conexión esté introducida y cuando se retire.

(b) Un receptáculo instalado en un lugar mojado donde el producto previsto a conectarte a él estará atendido mientras está en uso (por ejemplo, herramientas portátiles) debe tener un envolvente que sea a prueba de la intemperie cuando se retira la clavija de conexión.

(C) Espacio de la ducha y la tina. Los receptáculos no se deben instalar ni dentro ni directamente por encima del compartimiento de la ducha o de la tina.

(D) Protección para los receptáculos en el piso. Los tubos de soporte de los receptáculos en el piso deben permitir que el equipo de limpieza para el piso funcione sin producir daños a los receptáculos.

(E) Montaje a nivel con placa frontal. El envolvente o cubierta para un receptáculo instalado en una caja de salida montada a nivel en una superficie terminada, debe ser a prueba de la intemperie por medio de un ensamble de placa frontal a prueba de la intemperie que proporcione una conexión hermética entre la placa y la superficie terminada.

406.9 Receptáculos, adaptadores, conectores de cordón y clavijas de conexión del tipo de puesta a tierra.

(A) Polos de puesta a tierra. Los receptáculos, conectores de cordón y clavijas de conexión del tipo de puesta a tierra, se deben suministrar con un polo fijo de puesta a tierra además de los polos del circuito. Se permitirá que el polo de contacto de puesta a tierra de los interruptores del circuito contra falla a tierra enchufables sea de tipo móvil y de reposición automática en circuitos que funcionan a tensiones no superiores a 150 voltios entre cualquier par de conductores o entre cualquier conductor y la tierra.

(B) Identificación del polo de puesta a tierra. Los receptáculos, adaptadores, conectores de cordón y clavijas de conexión del tipo de puesta a tierra deben tener medios para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos con el polo de puesta a tierra.

Un terminal para la conexión con el polo de puesta a tierra debe estar indicado mediante uno de

los siguientes métodos:

(1) Un tornillo o una tuerca de color verde con cabeza o de forma hexagonal, que no se pueda remover fácilmente.

(2) Un conector (un cilindro de presión) de alambre a presión, de color verde.

(3) Un dispositivo similar de conexión de color verde, en el caso de los adaptadores. El terminal de puesta a tierra de un adaptador de puesta a tierra debe ser una aleta, lengüeta o dispositivo similar rígido de color verde. La conexión de puesta a tierra del equipo debe estar diseñada de forma que no pueda hacer contacto con las partes portadoras de corriente del receptáculo, el adaptador o la clavija de conexión. El adaptador debe ser polarizado.

(4) Si el terminal para el conductor de puesta a tierra del equipo no es visible, el orificio de entrada del conductor se debe marcar con la palabra verde o tierra, las letras G o GR, un símbolo de puesta a tierra o con otra identificación con un color verde distintivo. Si el terminal para el conductor de puesta a tierra de equipos se puede remover con facilidad, el área adyacente al terminal se debe marcar de manera similar.

Nota: véase la NLM de la figura 406.9 (B) (4)

Nota Figura 406.9 (B) (4) un ejemplo de un símbolo utilizado para identificar el punto de terminación de un conductor de puesta a tierra de equipos.

(C) Uso del terminal de puesta a tierra. Un terminal de puesta a tierra no se debe utilizar para propósitos diferentes a la puesta a tierra.

(D) Requisitos del polo de puesta a tierra. Las clavijas de conexión, los conectores de acoplamiento de cordón y los receptáculos del tipo de puesta a tierra deben tener un diseño que permita que la conexión de puesta a tierra del equipo se haga antes de las conexiones portadoras de corriente. Los dispositivos del tipo de puesta a tierra deben tener un diseño tal que los polos de puesta a tierra de las clavijas de conexión no puedan hacer contacto con las partes portadoras de corriente de los receptáculos o de los conectores de cordón.

(E) Uso. Las clavijas de conexión del tipo de puesta a tierra se deben utilizar únicamente con un cordón que tenga un conductor de puesta a tierra de equipos.

Nota: Véase la sección 200.10 (B) con respecto a la identificación de los terminales del conductor puesto a tierra.

406.10 Conexión del terminal de puesta a tierra del receptáculo a la caja. La conexión del terminal de puesta a tierra del receptáculo debe cumplir lo que se especifica en la sección 250.146.

406.11 Receptáculos resistentes a la manipulación (“TR”) en unidades de vivienda. En todas las áreas que se especifican en la sección 210.52, todos los receptáculos de 125 voltios, 15 y 20 amperios deben ser receptáculos listados resistentes a la manipulación (“TR”).

ARTÍCULO 408
Tableros de distribución y paneles de distribución

I. Generalidades

408.1 Alcance. Este artículo trata los siguientes aspectos:

(1) Todos los tableros de distribución, paneles de distribución y cuadros de distribución instalados para el control de circuitos de alumbrado y fuerza.

(2) Paneles de carga de baterías alimentados desde circuitos de alumbrado o fuerza.

408.2 Otros artículos. Los interruptores, interruptores automáticos y dispositivos de protección contra sobrecorriente utilizados en tableros de distribución, paneles de distribución y cuadros de distribución, así como sus envolventes o cubiertas *(enclosures)* deben cumplir con este artículo y también con los requisitos de los Artículos 240, 250, 312, 314, 404 y otros artículos que se aplican. Los tableros de distribución y los paneles de distribución en lugares (clasificados como) peligrosos deben cumplir con los requisitos de los Artículos 500 hasta 517.

408.3 Soporte y disposición de las barras colectoras y de los conductores.

(A) Conductores y barras colectoras en un tablero de distribución o un panel de distribución. Los conductores y barras colectoras en un tablero de distribución o panel de distribución deben cumplir con las disposiciones de las secciones 408.3 (A) (1), (A) (2) y (A) (3), según corresponda.

(1) Ubicación. Los conductores y barras colectoras se deben ubicar de manera que estén libres de daño físico y se deben sostener firmemente en su lugar.

(2) Tableros de distribución de la acometida. Se deben colocar barreras en todos los tableros de distribución de la acometida de manera que ninguna barra colectora o terminal no aisladas y no puestas a tierra de la acometida, queden expuestas al contacto involuntario por parte de las personas o del equipo de mantenimiento mientras presta servicio a las terminaciones de carga.

(3) En la misma sección vertical. Únicamente aquellos conductores que están proyectados para su terminación en una sección vertical del tablero de distribución, diferentes de las interconexiones exigidas y al alambrado de control, deben estar localizados en esa sección.

Excepción: Se permitirá que los conductores pasen horizontalmente a través de las secciones verticales de los tableros de distribución cuando dichos conductores están aislados de las barras colectoras mediante una barrera.

(B) Efectos inductivos y de sobrecalentamiento. La disposición de las barras colectoras y los conductores debe ser tal que se evite el sobrecalentamiento debido a los efectos inductivos.

(C) Utilizados como equipos de acometida. Cada tablero de distribución o panel de

distribución, si se utiliza como equipo de acometida, debe tener un puente principal de unión dimensionado de acuerdo con la sección 250.28 (D) o equivalente, colocado dentro del panel de distribución o en una de las secciones del tablero de distribución para la conexión del conductor puesto a tierra de la acometida en su lado de alimentación a la estructura del tablero de distribución o panel de distribución.

Todas las secciones de un tablero de distribución deben estar unidas utilizando un conductor de unión de equipos dimensionado de acuerdo con la Tabla 250.122 o con la Tabla 250.66, según corresponda.

> *Excepción: No se exigirá que tengan un puente principal de unión los tableros de distribución y paneles de distribución utilizados como equipo de acometida en sistemas con neutro puesto a tierra con alta impedancia, de acuerdo con la sección 250.36.*

(D) Terminales. En los tableros de distribución y paneles de distribución, los terminales de carga para el alambrado en campo, incluyendo los terminales de carga del conductor del circuito puesto a tierra y las conexiones a la barra conductora del conductor de puesta a tierra de equipos para los conductores de puesta a tierra de equipos de la carga, se deben localizar de manera que no sea necesario extenderse a través o más allá de una barra conductora de línea no puesta a tierra y no aislada con el fin de hacer las conexiones.

(E) Disposición de las fases. La disposición de las fases en las barras conductoras trifásicas debe ser A, B, C desde el frente hacia atrás, desde arriba hacia abajo o de izquierda a derecha, visto desde el frente del tablero de distribución o panel de distribución. La fase B debe ser aquella que tenga la tensión más alta a tierra en sistemas trifásicos, tetrafilares conectados en delta. Se permitirán otras disposiciones de las barras colectoras para adiciones a las instalaciones existentes y deben estar marcadas.

> *Excepción: Se permitirá que el equipo dentro del mismo tablero de distribución o panel de distribución de una sola sección o de múltiples secciones, como el medidor en sistemas trifásicos, tetrafilares conectados en delta tengan la misma configuración de fase que el equipo de medición.*
>
> **Nota**: Véase la sección 110.15 con respecto a los requisitos para el marcado de la barra colectora o del conductor de fase que tenga la tensión más alta a tierra, cuando se alimentan desde un sistema tetrafilar, conectado en delta.

(F) Identificación de fase alta. Un tablero de distribución o panel de distribución que contenga un sistema tetrafilar, conectado en delta en donde el punto medio de un devanado de fase esté puesto a tierra, debe ser marcado en campo legible y permanentemente de la siguiente manera:

"Precaución ____ fase de ____ voltios a tierra"

(G) Espacio mínimo de curvatura del alambre. El espacio mínimo de curvatura del alambre en los terminales y el espacio mínimo en la canal en paneles de distribución y tableros de distribución deben ser tal como se exige en la sección 312.6.

408.4 Directorio del circuito o identificación del circuito. Cada circuito y modificación del circuito

se debe identificar de forma legible con su propósito o uso específico, evidente y claro. La identificación debe incluir detalles suficientes que permitan que cada circuito se diferencie de los otros. Las posiciones de reserva que contienen dispositivos de protección contra sobrecorriente o interruptores sin utilizar se deben describir según corresponda. La identificación se debe incluir en un directorio del circuito que se localiza en la parte frontal o interior de la puerta del panel en el caso de un panel de distribución y en cada interruptor en un tablero de distribución. Ningún circuito se debe describir en una manera que dependa de condiciones provisionales de ocupación.

408.5 Distancia para el conductor que entra en el envolvente de la barra conductora. Cuando los conduit u otras canalizaciones entran en un tablero de distribución, un panel de distribución sobre el piso o un envolvente similar por la parte inferior, se debe suministrar un espacio suficiente que permita la instalación de los conductores en el envolvente. El espacio del cableado no debe ser inferior al que se indica en la Tabla 408.5 en donde el conduit o la canalización entran o sale del envolvente por debajo de las barras colectoras, sus soportes u otras obstrucciones. El conduit o la canalización, incluyendo sus accesorios terminales, no se deben elevar a más de 75 mm (3 pulgadas) por encima de la base del envolvente.

408.7 Aberturas sin utilizar. La aberturas sin utilizar para interruptores automáticos e interruptores se deben cerrar utilizando tapas de cierre identificadas u otros medios aprobados que proporcionen protección significativamente equivalente a la pared del gabinete.

Tabla 408.5 Distancia para los conductores que entran en los envolventes de las barras conductoras

	Espacio mínimo entre la base del envolvente y las barras colectoras, sus soportes u otras obstrucciones	
Conductor	mm	pulgada
Barras colectoras aisladas, sus soportes u otras obstrucciones	200	8
Barras colectoras no aisladas	250	10

II. Tableros de distribución

408.16 Tableros de distribución en lugares húmedos o mojados. Los tableros de distribución en lugares húmedos o mojados se deben instalar de acuerdo con la sección 312.2.

408.17 Ubicación con respecto a material fácilmente inflamable. Los tableros de distribución se deben colocar de manera que se reduzca al mínimo la probabilidad del paso del fuego hasta materiales combustibles adyacentes. Cuando se instalan sobre pisos combustibles, se debe suministrar una protección adecuada.

408.18 Espacios.

(A) Desde el cielo raso. Para tableros de distribución que no estén totalmente encerrados, debe existir un espacio no inferior a 900 mm (3 pies) entre la parte superior del tablero de distribución y cualquier cielo raso combustible, a menos que se proporcione una pantalla no combustible entre el tablero de distribución y el cielo raso.

(B) Alrededor de los tableros de distribución. Los espacios alrededor de los tableros de distribución deben cumplir con las disposiciones de la sección 110.26.

408.19 Aislamiento del conductor. Un conductor aislado que se utilice dentro de un tablero de distribución debe estar listado, debe ser retardante de la llama y tener un valor nominal no inferior a la tensión que se le aplica y no inferior a la tensión que se aplica a otros conductores o barras colectoras con las cuales pueda entrar en contacto.

408.20 Ubicación de los tableros de distribución. Los tableros de distribución que tengan cualquier parte viva expuesta se deben localizar en lugares permanentemente secos, y únicamente en donde estén bajo supervisión competente y sean accesibles únicamente a personas calificadas. Los tableros de distribución se deben ubicar de modo tal que la probabilidad de daño debido al equipo o los procesos se reduzca al mínimo.

408.22 Puesta a tierra de instrumentos, relés, medidores y transformadores para instrumentos en los tableros de distribución. Los instrumentos, relés, medidores y transformadores para instrumentos localizados en los tableros de distribución deben estar puestos a tierra tal como se especifica en las secciones 250.170 hasta 250.178.

III. Paneles de distribución

408.30 Generalidades. Todos los paneles de distribución deben tener un valor nominal que no sea inferior a la capacidad mínima del alimentador que se exige para la carga calculada de acuerdo con las Partes II, III, IV o V del Artículo 220, según se aplique.

Nota: Véase la sección 110.22 con respecto a los requisitos adicionales.

408.36 Protección contra sobrecorriente. Además de los requisitos de la sección 408.30, un panel de distribución debe estar protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente que tenga un valor nominal no superior a la del panel de distribución. Este dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe ubicar dentro o en cualquier punto en el lado de alimentación del panel de distribución.

Excepción No. 1: No se exigirá protección individual para un panel de distribución utilizado como equipo de acometida con medios de desconexión múltiples, de acuerdo con la sección 230.71. En paneles de distribución protegidos por tres o más interruptores automáticos principales o por conjuntos de fusibles, estos interruptores automáticos o conjuntos de fusibles no deben alimentar a una segunda estructura de barra conductora dentro del mismo ensamble del panel de distribución.

Excepción No. 2: No se exigirá protección individual para un panel de distribución protegido en su lado de alimentación por dos interruptores automáticos principales

o dos conjuntos de fusibles que tengan un valor nominal combinado no superior al del panel de distribución. Un panel de distribución construido o alambrado según esta excepción no debe contener más de 42 dispositivos de protección contra sobrecorriente. Con el fin de determinar la cantidad máxima de 42 dispositivos de protección contra sobrecorriente, un interruptor automático de dos polos o de tres polos se debe considerar como dos o tres dispositivo de protección contra sobrecorriente respectivamente.

Excepción No. 3: Para paneles de distribución existentes, no se exigirá protección individual para un panel de distribución utilizado como equipo de acometida para una ocupación residencial individual.

(A) Interruptores de acción rápida con valor nominal de 30 amperios o menos. Los paneles de distribución equipados con interruptores de acción rápida con valor nominal de 30 amperios o menos deben tener protección contra sobrecorriente de 200 amperios o menos.

(B) Alimentado a través de un transformador. Cuando un panel de distribución es alimentado a través de un transformador, la protección contra sobrecorriente que se exige en la sección 408.36 se debe localizar en el lado secundario del transformador.

Excepción: Un panel de distribución alimentado por el lado secundario de un transformador se debe considerar como protegido contra sobrecorriente por la protección suministrada en el lado primario del transformador, cuando dicha protección está de acuerdo con lo indicado en la sección 240.21 (C) (1).

(C) Interruptores automáticos delta. Un desconector trifásico o un dispositivo de protección contra sobrecorriente no se deben conectar a la barra conductora de ningún panel de distribución que tenga menos de tres barras conductoras trifásicas. Los interruptores automáticos delta no se deben instalar en paneles de distribución.

(D) Dispositivos retroalimentados. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de tipo enchufable o los ensambles principales de lengüeta tipo enchufable que son retroalimentados y que se usan para la terminación de los conductores de alimentación no puestos a tierra instalados en campo se deben asegurar en su lugar con un sujetador adicional que necesite de un mecanismo diferente al jalado para liberar el dispositivo del medio de montaje en el panel.

408.37 Paneles de distribución en lugares húmedos o mojados. Los paneles de distribución en lugares húmedos o mojados se deben instalar según la sección 312.2.

408.38 Gabinete. Los paneles de distribución se deben montar en gabinetes, cajas de corte o envolventes diseñados para tal propósito y deben ser de frente muerto.

Excepción: Se permitirán paneles de distribución que no sean de frente muerto, del tipo de operación desde el exterior, cuando sean accesibles únicamente a personas calificadas.

408.39 Disposición relativa de interruptores y fusibles. En los paneles de distribución, los fusibles de cualquier tipo se deben instalar en el lado de carga de los interruptores.

Excepción: Se permitirá que los fusibles instalados como parte del equipo de acometida, de acuerdo con las disposiciones de la sección 230.94 estén en el lado de la línea del interruptor de la acometida.

408.40 Puesta a tierra de los paneles de distribución. Los gabinetes y las estructuras de los paneles de distribución, si son de metal, deben estar en contacto físico entre sí y se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos.

Cuando el panel de distribución se usa con una canalización no metálica o cable, o cuando se suministran conductores independientes de puesta a tierra de equipos, una barra terminal para los conductores de puesta a tierra de equipos se debe fijar dentro del gabinete. La barra terminal se debe unir al gabinete y a la estructura del panel de distribución, si son de metal; de otro modo, se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos que está tendido con los conductores que alimentan al panel de distribución.

Excepción: Cuando se suministra un conductor separado de puesta a tierra de equipos, según lo permitido por la sección 250.146 (D), se permitirá que el conductor aislado de puesta a tierra de equipos que está tendido con los conductores del circuito pase a través de panel de distribución sin que se conecte a la barra terminal de puesta a tierra de equipos del panel de distribución.

Los conductores de puesta a tierra de equipos no se deben conectar a la barra terminal para conductores puestos a tierra o conductores del neutro, a menos que la barra esté identificada para ese propósito y se encuentre localizada donde la interconexión entre los conductores de puesta a tierra de equipos y los conductores puestos a tierra del circuito está permitida por o se exige en el Artículo 250.

408.41 Terminaciones del conductor puesto a tierra. Cada conductor puesto a tierra debe terminar dentro del panel de distribución en un terminal individual que no sea utilizado también para otro conductor.

Excepción: Se permitirá que los conductores puestos a tierra de los circuitos con conductores en paralelo terminen en un solo terminal, si el terminal está identificado para conexión de más de un conductor.

IV. Especificaciones de construcción

408.50 Paneles. Los paneles de los tableros de distribución deben estar hechos con material no combustible y resistente a la humedad.

408.51 Barras colectoras. Las barras colectoras aisladas o desnudas se deben montar rígidamente.

408.52 Protección de los circuitos para instrumentos. Los instrumentos, luces piloto, transformadores de potencial y otros dispositivos de los tableros de distribución con bobinas de potencial se deben alimentar por un circuito que esté protegido con dispositivos normales de protección contra sobrecorriente con valor nominal de 15 amperios o menos.

Excepción No. 1: Se permitirán dispositivos de protección contra sobrecorriente con valor nominal superior a 15 amperios cuando la interrupción del circuito pueda crear un peligro. Se debe suministrar protección contra cortocircuito.

Excepción No. 2: Para valores nominales de 2 amperios o menos, se permitirán tipos especiales de fusibles encerrados.

408.53 Partes componentes. Los interruptores, fusibles y portafusibles usados en los paneles de distribución deben cumplir con los requisitos aplicables de los Artículos 240 y 404.

408.54 Cantidad máxima de dispositivos de protección contra sobrecorriente. Un panel de distribución debe tener los medios físicos para prevenir la instalación de más dispositivos de protección contra sobrecorriente que aquellos para los cuales se diseñó, clasificó y listó el panel de distribución.
Para los propósitos de esta sección, un interruptor automático o un interruptor con fusible de dos polos se debe considerar como dos dispositivos de protección contra sobrecorriente; un interruptor automático o un interruptor con fusible de tres polos se debe considerar como tres dispositivos de protección contra sobrecorriente.

408.55 Espacio de curvatura del alambre en los paneles de distribución. El gabinete para un panel de distribución debe tener espacio para la curvatura del alambre en la parte superior y en la base con dimensiones que estén de acuerdo con la Tabla 312.6 (B) para el conductor más grande que entra o sale del envolvente dos que proporcionen protección significativamente equivalente a la pared del envolvente.

El espacio lateral para la curvatura del alambre debe estar de acuerdo con la Tabla 312.6 (A) para el conductor más grande que va a terminar en dicho espacio.

Excepción No. 1: Se permitirá que el espacio de curvatura del alambre, bien sea el superior o el de la base, tenga dimensiones de acuerdo con la Tabla 312.6 (A) para un panel de distribución con valor de 225 amperios o menos y diseñado para contener no más de 42 dispositivos de protección contra sobrecorriente. Para los propósitos de esta excepción, un interruptor automático de dos o tres polos se debe considerar como dos o tres dispositivos de protección contra sobrecorriente respectivamente.

Excepción No. 3: Se permitirá que los espacios superior y de la base para la curvatura del alambre tengan dimensiones de acuerdo con las separaciones de la Tabla 312.6(A) si el panel de distribución está diseñado y construido para alambrado que utiliza únicamente una sola curvatura de 90 grados para cada conductor, incluyendo el conductor puesto a tierra del circuito, y el diagrama del alambrado muestra y especifica el método de alambrado que se deben utilizar.

Excepción No. 2: Se permitirá que el espacio para la curvatura del alambre, bien sea el superior o el de la base, para cualquier panel de distribución tenga dimensiones de acuerdo con la Tabla 312.6(A) cuando el espacio para la curvatura del alambre por lo menos de un lado tiene dimensiones de acuerdo con la Tabla 312.6 (B) para el conductor más grande que va a terminar en cualquier espacio lateral de curvatura del alambre.

Excepción No. 4: Se permitirá que el espacio para la curvatura del alambre, bien sea el superior o el de la base, pero no ambos, tengan dimensiones de acuerdo con la Tabla 312.6 (A) cuando no hay conductores que terminen en ese espacio.

408.56 Separaciones mínimas. La distancia entre las partes metálicas desnudas, las barras colectoras, etc. no debe ser inferior a la que se especifica en la Tabla 408.56.

Cuando la proximidad estrecha no ocasiona calentamiento excesivo, se permitirá que las partes que tengan la misma polaridad en interruptores, fusibles encerrados, etc. estén tan próximas como lo permita la conveniencia en la manipulación.

> *Excepción: Se permitirá que la distancia sea inferior a la que se especifica en la Tabla 408. 56 en interruptores automáticos, interruptores y en componentes listados instalados en tableros de distribución y paneles de distribución*.

408.58 Marcado del panel de distribución. El fabricante debe marcar los paneles de distribución de forma duradera con valor nominal de corriente y de tensión y el número de fases para la cual están diseñados, así como con el nombre o marca comercial del fabricante de forma que sea visible después de la instalación, sin perturbar las partes internas o el alambrado.

Tabla 408.56. Separaciones mínimas entre las partes metálicas desnudas

Tensión	Polaridad opuesta cuando se montan en la misma superficie		Polaridad opuesta cuando se sostienen libre en el aire		Partes vivas a tierra*	
	mm	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada
No más de 125 voltios nominales	19.1	3/4	12.7	1/2	12.7	1/2
No más de 250 voltios nominales	31.8	1¼	19.1	3/4	12.7	1/2
No más de 600 voltios nominales	50.8	2	25.4	1	25.4	1
***** Para la separación entre las partes vivas y las puertas de los gabinetes, véanse las secciones 312.11 (A) (1), (2) y (3).						

ARTÍCULO 409
Paneles de control industrial

I. Generalidades

409.1 Alcance. Este artículo trata de los paneles de control industrial proyectados para uso general y que funcionan a 600 voltios o menos.

Nota: La norma UL 508A es una norma de seguridad para los paneles de control industrial.

409.2 Definiciones.

Circuito de control. Circuito de un sistema o aparato de control que transporta las señales eléctricas que dirigen el desempeño del controlador pero no transporta la corriente principal de fuerza.

Panel de control industrial. Conjunto de dos o más componentes que constan de uno de los siguientes elementos:

(1) Componentes del circuito de fuerza únicamente, tales como controladores de motor, relés de sobrecarga, seccionadores con fusible e interruptores automáticos.

(2) Componentes del circuito de control únicamente, tales como pulsadores, luces piloto, interruptores selectores, temporizadores, interruptores, relés de control.

(3) Una combinación de componentes del circuito de control y del circuito de fuerza.

Estos componentes, con el cableado y los terminales asociados, se montan en o se contienen dentro de un envolvente o se montan sobre un sub-panel. El panel de control industrial no incluye al equipo controlado.

409.3 Otros artículos. Además de los requisitos del Artículo 409, los paneles de control industrial que contienen circuitos ramales para cargas o componentes específicos, o que son para el control de tipos específicos de equipos tratados en otros artículos de este Código, se deben construir e instalar de acuerdo con los requisitos aplicables de los artículos específicos que se indica en la Tabla 409.3.

II. Instalación

409.20 Conductor - tamaño y ampacidad mínimos. El calibre del conductor de alimentación del panel de control industrial debe tener una ampacidad no inferior al 125 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga de todas las cargas de calefacción por resistencia, más el 125 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga del motor con valor nominal más alto, más la suma de los valores nominales de corriente de plena carga de todos los otros motores y aparatos conectados basados en su ciclo de trabajo que puedan estar en funcionamiento al mismo tiempo.

409.21 Protección contra sobrecorriente

(A) Generalidades. Los paneles de control industrial se deben suministrar con protección contra sobrecorriente, de acuerdo con las Partes I, II y IX del Artículo 240.

(B) Ubicación. Esta protección se debe suministrar para cada uno de los circuitos de alimentación que ingresa, mediante cualquiera de los siguientes métodos:

(1) Un dispositivo de protección contra sobrecorriente localizado adelante del panel de control industrial.

(2) Un solo dispositivo principal de protección contra sobrecorriente localizado dentro del panel de control industrial. Cuando la protección contra sobrecorriente se suministra como parte del panel de control industrial, los conductores de alimentación se deben considerar bien sea como alimentadores o como derivaciones, según se indica en la sección 240.21.

(C) Valor nominal. El valor nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente para el circuito que alimenta al panel de control industrial no debe ser superior a la suma del valor nominal o el ajuste más grande del dispositivo de protección contra falla a tierra y cortocircuito del circuito ramal que se proporciona con el panel de control industrial, más el 125 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga de todas las cargas de calefacción por resistencia, más la suma de las corrientes de plena carga de todos los otros motores y aparatos que pueden estar en funcionamiento al mismo tiempo.

Excepción: Cuando uno o más interruptores automáticos de disparo instantáneo o protectores contra cortocircuito del motor se utilizan para la protección contra falla a tierra y cortocircuito del circuito ramal, según lo permitido en la sección 430.52 (C), el procedimiento especificado anteriormente para determinar el valor nominal máximo del dispositivo de protección para el circuito que alimenta el panel de control industrial se debe aplicar con la siguiente disposición: para propósitos de cálculo, se debe asumir que cada interruptor automático de disparo instantáneo o cada protector contra cortocircuito del motor tiene un valor nominal que no excede el porcentaje máximo de la corriente de plena carga del motor permitida en la Tabla 430.52 para el tipo de dispositivo de protección del circuito de alimentación del panel de control que se utiliza.

Cuando no se suministra un dispositivo de protección contra falla a tierra y cortocircuito del circuito ramal con el panel de control industrial para cargas de motor o la combinación de cargas de motor y cargas que no son motores, el valor nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe basar en las secciones 430.52 y 430.53, según se aplique.

409.30 Medios de desconexión. Los medios de desconexión que alimentan las cargas de motores deben cumplir con indicado en la Parte IX del Artículo 430.

409.60 Puesta a tierra. Los paneles de control industrial de sección múltiple se deben unir entre sí con un conductor de puesta a tierra de equipos o una barra conductora de puesta a tierra de equipos equivalente dimensionada de acuerdo con la Tabla 250.122. Los conductores de puesta a tierra de equipos se deben conectar a esta barra conductora de puesta a tierra de equipos o a un punto de

terminación de puesta a tierra de equipos suministrado en un panel de control industrial de una sola sección.

III. Especificaciones de construcción

409.100 Gabinetes. La Tabla 110.20 se debe utilizar como la base para la selección de los gabinetes de los paneles de control industrial para uso en lugares específicos que no sean lugares (clasificados como) peligrosos. Los gabinetes no están proyectados para proteger contra condiciones tales como condensación, congelamiento, corrosión ni contaminación que se pueden presentar dentro del gabinete que puedan ingresar a través del conduit o de las aberturas sin sellar.

409.102 Barras colectoras y conductores. Los paneles de control industrial que utilizan barras colectoras deben cumplir con las secciones 409.102 (A) y (B).

(A) Soporte y disposición. Las barras colectoras deben estar protegidas contra el daño físico y se deben sostener firmemente en su lugar.

(B) Disposición de las fases. La disposición de las fases en las barras conductoras trifásicas verticales y horizontales de fuerza debe ser A, B, C desde el frente hacia atrás, de arriba hacia abajo, o de izquierda a derecha, visto desde el frente del panel de control industrial. La fase B debe ser aquella que tenga la tensión más alta a tierra en sistemas trifásicos, tetrafilares conectados en delta. Se permitirán otras disposiciones de las barras colectoras para adiciones a las instalaciones existentes y deben estar marcadas.

409.104 Espacio para el alambrado en los paneles de control industrial.

(A) Generalidades. Los envolventes de los paneles de control industrial no se deben utilizar como cajas de empalme, canales auxiliares ni canalizaciones para los conductores que se alimentan a través o se derivan de otros interruptores o dispositivos de protección contra sobrecorriente, a menos que exista el espacio adecuado para este propósito. Los conductores no deben ocupar el espacio del alambrado en ninguna sección transversal mayor al 40 por ciento del área de la sección transversal del espacio y los conductores, empalmes y derivaciones no deben
ocupar el espacio del alambrado en ninguna sección transversal superior a 75 por ciento del área de la sección transversal de dicho espacio.

(B) Espacio para la curvatura del alambre. El espacio para la curvatura del alambre dentro de los paneles de control industrial para los terminales del cableado en campo debe cumplir con los requisitos de la sección 430.10 (B).

409.106 Espacios. Los espacios entre las partes metálicas desnudas vivas en los circuitos del alimentador no deben ser inferiores a las que se especifican en la Tabla 430.97.

> *Excepción: Se permitirá que los espacios sean menores a los que se especifican en la Tabla 430.97 en interruptores automáticos, interruptores y en componentes listados instalados en los paneles de control industrial.*

409.108 Equipo de acometida. Cuando se utiliza como equipo de acometida, cada panel de control industrial debe ser del tipo adecuado para el uso como equipo de acometida.

Cuando se suministra un conductor puesto a tierra, el panel de control industrial debe tener un puente de unión principal, dimensionado de acuerdo con la sección 250.28 (D), para conectar el conductor puesto a tierra, en su lado de alimentación, a la barra conductora de puesta tierra del equipo del panel de control industrial o al terminal de puesta a tierra de equipos.

409.110 Marcado. Los paneles de control industrial se deben marcar con la siguiente información que sea totalmente visible después de la instalación:

(1) Nombre del fabricante, marca comercial u otras marcas descriptivas mediante las cuales la organización responsable del producto se pueda identificar.

(2) Tensión de alimentación, número de fases, frecuencia y corriente de plena carga para cada circuito de alimentación que ingresa.

(3) Valor nominal de corriente de cortocircuito del panel de control industrial con base en uno de los siguientes métodos:

a. Valor nominal de corriente de cortocircuito de un ensamble listado y etiquetado.

b. Valor nominal de corriente de cortocircuito establecida utilizando un método aprobado.

Nota: UL 508A, suplemento SB es un ejemplo de un método aprobado.

Excepción para (3): No se exige marcar el valor nominal de corriente de cortocircuito para paneles de control industrial que contienen únicamente componentes del circuito de control.

(4) Si el panel de control industrial está proyectado como equipo de acometida, se debe marcar para identificarlo como adecuado para el uso como equipo de acometida.

(5) Diagrama de cableado eléctrico o el número de identificación de un diagrama del alambrado eléctrico separado, o una denominación referida en un diagrama de alambrado separado.

(6) El número del tipo de envolvente se debe marcar en el envolvente del panel de control industrial.

ARTÍCULO 410
Luminarias, portalámparas y lámparas

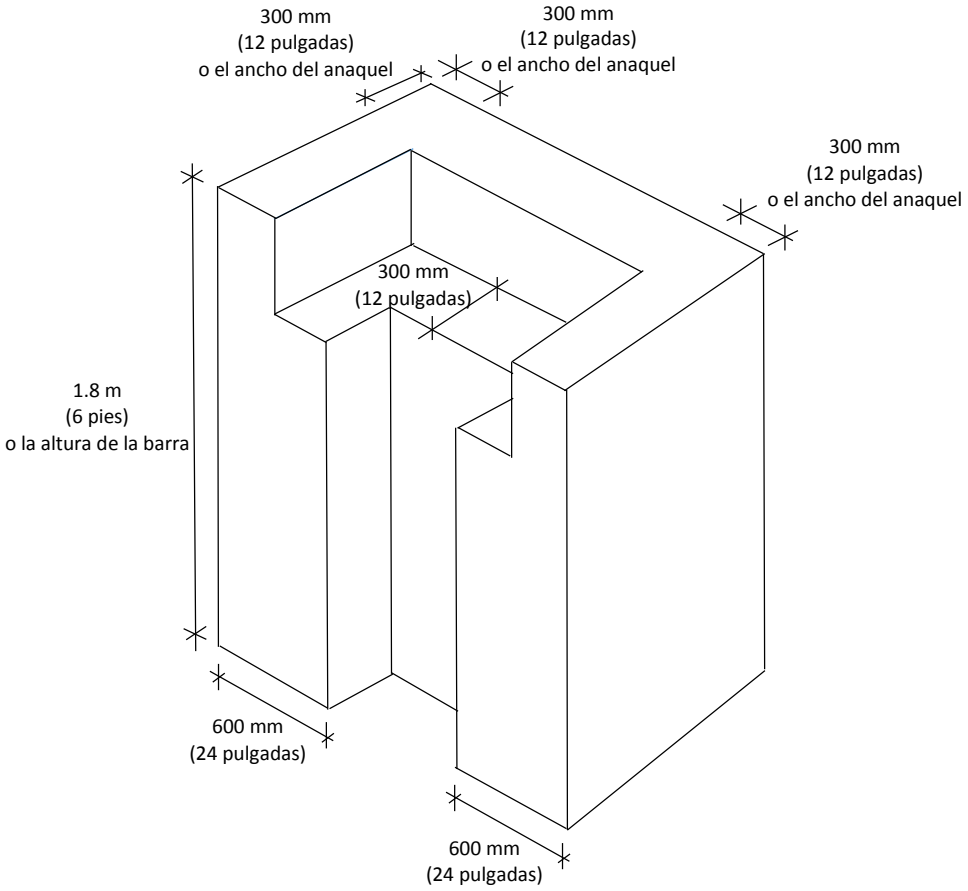
A. Generalidades

410.1 Alcance. Este Artículo trata de las luminarias, luminarias portátiles, portalámparas, colgantes, lámparas de filamento incandescente, lámparas de arco, lámparas de descarga eléctrica, productos para alumbrado decorativo, accesorios de alumbrado para uso festivo, temporal o de acuerdo a las estaciones, productos para alumbrado flexible portátil, y del alambrado y equipos que forman parte de tales productos e instalaciones de alumbrado.

410.2 Definiciones.

Espacio de almacenamiento del armario. Volumen limitado por las paredes laterales y posterior del armario y por los planos que van desde el piso del armario verticalmente hasta un altura de 1.8 m (6 pies) o hasta la barra más alta para colgar ropa y en paralelo a las paredes a una distancia horizontal de 600 mm (24 pulgadas) desde las paredes laterales y posterior del armario, y que continúan verticalmente hasta el techo del armario en paralelo a las paredes a una distancia horizontal de 300 mm (12 pulgadas), o el ancho del anaquel, la distancia que sea mayor. Para un armario que permite el acceso a ambos lados de una barra para colgar, este espacio incluye el volumen por debajo de la barra más alta extendiéndose 300 mm (12 pulgadas) en cualquier lado de la barra en un plano horizontal al piso en toda la longitud de la barra. Véase la Figura 410.2.

Figura 410.2. Espacio de almacenamiento del armario *(Closet Storage Space).*



Riel de alumbrado. Ensamble manufacturado, diseñado para dar soporte y energizar las luminarias que se pueden reubicar fácilmente en el riel. Su longitud se puede alterar al adicionar o quitar secciones del riel.

410.5 Partes vivas. Las luminarias, luminarias portátiles, portalámparas y lámparas no deben tener partes vivas normalmente expuestas al contacto. Los terminales expuestos accesibles de los portalámparas e interruptores no se deben instalar en las tapas ornamentales metálicas de las luminarias ni en las bases abiertas de luminarias portátiles de mesa o de piso.

Excepción: Se permitirá que los portalámparas de tipo cuña (cleat-type), ubicados como mínimo a 2.5 m (8 pies) sobre el piso, tengan sus terminales expuestos.

410.6 Requisito de listado. Todas las luminarias y los portalámparas deben estar listados.

410.8 Inspección. Las luminarias se deben instalar de manera tal que las conexiones entre los conductores de la luminaria y los conductores del circuito se puedan inspeccionar sin que haya que desconectar parte alguna del alambrado, a menos que las luminarias estén conectadas mediante clavijas de conexión y receptáculos.

II. Ubicación de las luminarias

410.10 Luminarias en lugares específicos.

(A) Lugares húmedos y mojados. Las luminarias instaladas en lugares húmedos o mojados, se deben instalar de modo que no entre ni se acumule el agua en los compartimientos del alambrado, portalámparas ni en otras partes eléctricas.
Todas las luminarias instaladas en lugares mojados deben estar marcadas como "Adecuado para lugares mojados". Todas las luminarias instaladas en lugares húmedos deben estar marcadas como "Adecuado para lugares mojados", o "Adecuado para lugares húmedos".

(B) Lugares corrosivos. Las luminarias instaladas en lugares corrosivos deben ser de un tipo adecuado para dichos lugares.

(C) En ductos o campanas. Se permitirá instalar luminarias en campanas de cocina comerciales, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) La luminaria debe estar identificada para uso dentro de campanas de cocina comerciales, e instalada de modo que no se excedan los límites de temperatura de los materiales utilizados.

(2) La luminaria debe estar construida de modo que se impida la entrada de todos los vapores de escape, las grasas, los aceites o los vapores de la cocción en los compartimientos de las lámparas y del alambrado. Los difusores deben ser resistentes al choque térmico.

(3) Las partes de la luminaria expuestas dentro de la campana deben ser resistentes a la corrosión o estar protegidas contra la corrosión, y su superficie debe ser lisa de modo que no se acumulen depósitos y se facilite la limpieza.

(4) Los métodos de alambrado y los materiales que alimentan la (las) luminaria(s), no deben estar expuestos dentro de la campana de cocina.

Nota. Para los conductores y equipos expuestos a agentes deteriorantes, véase la sección 110.11.

(D) Áreas de la tina y la ducha. Ninguna parte de las luminarias conectadas mediante cordón, luminarias suspendidas con cordón, cable o cadena, rieles de alumbrado, colgantes o ventiladores (de aspas) suspendidos del cielo raso se debe ubicar dentro de la zona de 900 mm (3 pies) medidos horizontalmente y de 2.5 m (8 pies) medidos verticalmente, desde la parte superior del borde de la tina o de la parte superior del estanco de la ducha. Esta zona abarca todo e incluye el espacio ubicado directamente sobre la bañera o sobre el estanco de la ducha. Las luminarias localizadas dentro de la dimensión real exterior de la tina o la ducha hasta una altura de 2.5 m (8 pies) desde la parte superior del borde de la tina o del estanco de la ducha deben estar marcadas para lugares húmedos, o marcadas para lugares mojados cuando están sometidas a la aspersión de la ducha.

(E) Luminarias para instalaciones deportivas interiores, para uso mixto y para todo propósito. Las luminarias sometidas al daño físico, que usan lámparas de vapor de mercurio o halogenuro metálico, instaladas en las áreas de silletería para espectadores y en el área de actividades en instalaciones deportivas interiores, de uso mixto o para todo propósito deben ser del tipo que protege la lámpara con un lente de plástico o vidrio. Se permitirá que tales luminarias tengan una protección adicional.

410.11 Luminarias cerca de materiales combustibles. Las luminarias deben estar construidas, instaladas o equipadas con pantallas o protecciones de modo que los materiales combustibles no se vean sometidos a temperaturas superiores a 90° C (194° F).

410.12 Luminarias sobre materiales combustibles. Los portalámparas instalados sobre materiales altamente combustibles deben ser del tipo sin interruptor incorporado. A menos que exista un interruptor individual para cada luminaria, los portalámparas deben estar ubicados como mínimo a 2.5 m (8 pies) sobre el piso o deben estar ubicados o resguardados de modo que las lámparas no se puedan quitar o dañar fácilmente.

410.14 Luminarias en escaparates. En los escaparates se permitirá el uso de luminarias sostenidas mediante cadenas con alambrado externo. No se deben usar otras luminarias con alambrado externo.

410.16 Luminarias en armarios para ropa.

(A) Tipos de luminarias permitidas. En un armario se permitirá instalar las luminarias listadas de los siguientes tipos:

(1) Una luminaria incandescente de sobreponer o empotrada, con la lámpara completamente encerrada.

(2) Una luminaria fluorescente de sobreponer o empotrada.

(3) Luminarias fluorescentes de sobreponer o luminarias LED identificadas como adecuadas para la instalación dentro del área de almacenamiento.

(B) Tipos de luminarias no permitidas. No se permitirán luminarias incandescentes con lámpara abierta o parcialmente encerradas ni luminarias o portalámparas colgantes.

(C) Ubicación. La distancia mínima entre las luminarias instaladas en los armarios para ropa y el punto más cercano de un espacio de almacenamiento debe ser como sigue:

(1) 300 mm (12 pulgadas) para luminarias incandescentes de sobreponer o luminarias LED con una fuente de luz totalmente encerrada instaladas en la pared por encima de la puerta o en el cielo raso.

(2) 150 mm (6 pulgadas) para luminarias fluorescentes de sobreponer, instaladas en la pared por encima de la puerta o en el cielo raso.

(3) 150 mm (6 pulgadas) para luminarias incandescentes o luminarias LED empotradas con una fuente de luz completamente encerrada, instaladas en la pared o en el cielo raso.

(4) 150 mm (6 pulgadas) para luminarias fluorescentes empotradas, instaladas en la pared o en el cielo raso.

(5) Se permitirá la instalación de luminarias fluorescentes de sobreponer o luminarias LED dentro del espacio de almacenamiento cuando están identificadas para este uso.

410.18 Espacio para alumbrado en molduras. Las molduras deben tener un espacio adecuado y estar ubicadas de modo que las lámparas y los equipos se puedan instalar y mantener adecuadamente.

III. Disposiciones sobre cajas de salida para luminarias, cubiertas ornamentales y bandejas

410.20 Espacio para los conductores. Las cubiertas ornamentales y las cajas de salida en conjunto deben brindar un espacio adecuado para que los conductores de las luminarias y sus dispositivos de conexión se puedan instalar correctamente.

410.21 Límites de temperatura de los conductores en las cajas de salida. Las luminarias deben estar construidas o instaladas de manera que los conductores en las cajas de salida no estén sujetos a temperaturas superiores a la temperatura para la cual fueron designados los conductores.

El alambrado de un circuito ramal diferente de los circuitos ramales bifilares o multifilares que alimentan luminarias conectadas conjuntamente, no debe pasar a través de una caja de salida que sea una parte integral de una luminaria, a menos que la luminaria esté identificada para que pasen cables a través de ella.

Nota. Véase la Sección 410.65, para el alambrado que alimenta a accesorios conectados conjuntamente.

410.22 Cajas de salida que se deben cubrir. En una instalación terminada, todas las cajas de salida deben tener cubierta, excepto si están cubiertas por una cubierta ornamental de luminaria,

portalámparas, receptáculo o dispositivo similar.

410.23 Recubrimiento del material combustible en las cajas de salida. Cualquier pared o cielo raso acabado en material combustible expuesto, que se halle entre el borde de una cubierta ornamental o bandeja de luminaria y una caja de salida, se debe recubrir con material no combustible.

410.24 Conexión de las luminarias de descarga eléctrica.

(A) Independientemente de la caja de salida. Cuando las luminarias de descarga eléctrica estén soportadas independientemente de una caja de salida, se deben conectar al circuito ramal a través de canalizaciones metálicas, canalizaciones no metálicas, cables de tipo MC, AC o MI, cables con forro no metálico o mediante cordones flexibles, como lo permite la sección 410.62 (B) o 410.62 (C).

(B) Acceso a las cajas. Las luminarias de descarga eléctrica de montaje superficial y ubicadas sobre salidas, cajas de empalmes o cajas de paso ocultas y diseñadas para estar sostenidas únicamente por la caja de salida, se deben tener unas aberturas adecuadas en la parte posterior de la luminaria para permitir el acceso al cableado en las cajas.

IV. Soportes de las luminarias

410.30 Soportes.

(A) Generalidades. Las luminarias y los portalámparas se deben soportar firmemente. Una luminaria que pese más de 3 kg (6 libras) o exceda 400 mm (16 pulgadas) en cualquiera de sus dimensiones, no se debe soportar mediante el casquillo roscado de un portalámparas.

(B) Postes metálicos o no metálicos como soporte de luminarias. Se permitirá utilizar postes metálicos o no metálicos para sostener luminarias y como una canalización para albergar los conductores de alimentación, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

(1) En el poste debe haber un orificio de inspección de dimensiones no menores que 50 mm x 100 mm (2 pulgadas x 4 pulgadas) con una cubierta adecuada para usar en lugares mojados, que dé acceso a las terminaciones de alimentación dentro del poste o base del poste.

Excepción No. 1: No se exigirá un orificio de inspección en un poste de 2.5 m (8 pies) o menos de altura sobre el nivel del piso, cuando el método de alambrado de alimentación no tiene puntos para empalmes o para alambrado, y cuando el interior del poste y cualquier empalme son accesibles al retirar la luminaria.

Excepción No. 2: No se exigirá orificio de inspección en un poste de 6.0 m (20 pies) o menos de altura sobre el nivel del piso, si dicho poste lleva una base con bisagra.

(2) Cuando no hay secciones verticales de canalizaciones o cables instaladas dentro del poste, se debe soldar o fijar un accesorio roscado o niple, al poste,

opuesto al orificio de inspección para la conexión de la alimentación.

(3) Un poste metálico se debe equipar con un terminal de puesta a tierra de equipos de la siguiente manera:

a. Un poste con un orificio de inspección debe tener un terminal de puesta a tierra de equipos accesible desde el orificio de inspección.

b. Un poste con una base con bisagra debe tener el terminal de puesta a tierra de equipos accesible dentro de la base.

Excepción para (3): No se exigirá ningún terminal de puesta a tierra en un poste de 2.5 m (8 pies) de altura o menos sobre el nivel del piso, cuando el método de alambrado de alimentación no tiene empalmes o punto para alambrar, y cuando el interior del poste y cualquier empalme son accesibles al retirar la luminaria.

(4) Un poste metálico de base con bisagra debe tener dicha base con bisagra unida con el poste.

(5) Las canalizaciones metálicas u otros conductores de puesta a tierra de equipos se deben unir al poste metálico con un conductor de puesta a tierra de equipos reconocido por la sección 250.118 y dimensionado de acuerdo con la sección 250.122.

(6) Los conductores dentro de postes verticales usados como canalizaciones se deben soportar como se establece en la sección 300.19.

410.36 Medio de soporte.

(A) Cajas de salida. Se permitirá que las cajas de salida o accesorios instalados tal como se exige en la sección 314.23 y que cumplan con las disposiciones de las secciones 314.27 (A) y 314.27 (B), soporten luminarias.

(B) Cielo rasos suspendidos. Los elementos del armazón de los sistemas de cielo rasos suspendidos usados para soportar luminarias, se deben sujetar seguramente entre sí y a la estructura del edificio, a intervalos apropiados. Las luminarias se deben sujetar seguramente a los elementos del armazón del cielo raso por medios mecánicos tales como pernos, tornillos o remaches. También se permitirá usar grapas listadas e identificadas para su uso con el tipo de elemento(s) de la estructura del cielo raso y la(s) luminaria(s).

(C) Soporte de luminarias. Los soportes de luminarias que no formen parte de las cajas de salida, adaptadores, trípodes y patas de gallo, deben ser de acero, de hierro maleable o de otro material adecuado para esa aplicación.

(D) Juntas aislantes. Las juntas aislantes que no estén diseñadas para montarlas con tornillos o pernos, deben llevar una carcasa exterior metálica aislada de ambos tornillos de conexión.

(E) Accesorios de las canalizaciones. Los accesorios de las canalizaciones que se utilicen como soportes de luminaria(s) deben ser capaces de soportar el peso de la luminaria completa con su(s)

lámpara(s).

(F) Barras canalizadas *(busway)*. Se permitirá conectar luminarias a barras canalizadas *(busway)*, de acuerdo con la sección 368.17(C).

(G) Árboles. Se permitirá que las luminarias de exteriores y el equipo asociado estén sostenidas por los árboles.

> **Nota No. 1**: Con respecto a las limitaciones para soportar conductores aéreos, véase la sección 225.26.
>
> **Nota No. 2**: Con respecto a la protección de los conductores, véase la sección 300.5 (D).

V. Puesta a tierra

410.40 Generalidades. Las luminarias y equipos de alumbrado se deben poner a tierra como se exige en el Artículo 250 y en la parte V de este Artículo.

410.42 Luminarias expuestas.

(A) Partes conductoras expuestas. Todas las partes metálicas expuestas se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos o aislar del conductor de puesta a tierra de equipos y de otras superficies conductoras o ser inaccesibles a personal no calificado. No se exigirá poner a tierra los alambres de amarre de las lámparas, tornillos de montaje, grapas y bandas decorativas sobre vidrio, separadas al menos 38 mm (1 ½ pulgadas) de los terminales de la lámpara.

(B) Hechos de material aislante. Las luminarias directamente alambradas o sujetas a salidas alimentadas por un método de alambrado que no ofrezca un medio sencillo de conexión de puesta a tierra para un conductor de puesta a tierra de equipos, deben estar hechas de material aislante y no tener partes conductoras expuestas.

> *Excepción No.1: Se permitirá que las luminarias de reemplazo se conecten a un conductor de puesta a tierra de equipos desde la salida, de conformidad con la sección 250.130(C). La luminaria entonces debe cumplir lo especificado en la sección 410.42 (A).*
>
> *Excepción No. 2: Cuando no existe conductor de puesta a tierra de equipos en la salida, no se exigirá que las luminarias de reemplazo protegidas con GFCI se conecten a un conductor de puesta a tierra de equipos.*

410.44 Fijación del conductor de puesta a tierra de equipos. Las luminarias con partes metálicas expuestas deben tener un medio para conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos para esas luminarias.

410.46 Métodos de puesta a tierra. Las luminarias y el equipo se deben conectar mecánicamente a un conductor de puesta a tierra de equipos, tal como se especifica en la sección 250.118, y dimensionado de acuerdo con lo establecido en la sección 250.122.

VI. Alambrado de luminarias

410.48 Alambrado de luminarias - Generalidades. El alambrado sobre o dentro de las luminarias debe estar dispuesto en forma ordenada y no debe estar expuesto a daños físicos. Se debe evitar el alambrado excesivo. Los conductores deben estar dispuestos de manera que no estén sujetos a temperaturas superiores a su temperatura nominal.

410.50 Polarización de las luminarias. Las luminarias deben estar alambradas de manera que los casquillos roscados de los portalámparas estén conectados a la misma luminaria, conductor del circuito o terminal. Cuando el conductor puesto a tierra esté conectado a un portalámparas de casquillo roscado, se debe conectar al casquillo roscado.

410.52 Aislamiento de conductores. Las luminarias se deben alambrar con conductores que tengan el aislamiento adecuado para las condiciones ambientales, corriente, tensión y temperatura a las que los conductores vayan a estar sometidos.

> **Nota**: Para la ampacidad de los alambres para artefactos, temperatura máxima de funcionamiento, limitaciones de tensión, calibre mínimo de los alambres, etc., véase el Artículo 402.

410.54 Conductores colgantes para lámparas de filamento incandescente.

(A) Soporte. Los portalámparas colgantes con cables terminales sujetos permanentemente, cuando se utilicen para aplicaciones distintas del alumbrado ornamental, deben ir colgados de conductores independientes trenzados recubiertos de goma que estén soldados directamente a los conductores del circuito, pero soportados independientemente de éstos.

(B) Calibre. A menos que sean parte de conjuntos de alumbrado decorativo listados, los conductores colgantes no deben ser de calibre inferior al 14 AWG para portalámparas con casquillo roscado de base media o de base mogul; ni inferior al 18 AWG para portalámparas con casquillo de tipo intermedio o tipo candelabro.

(C) Torcidos o cableados. Los conductores colgantes de más de 900 mm (3 pies) de longitud, si no están instalados en un conjunto listado, se deben torcer juntos.

410.56 Protección de los conductores y del aislamiento.

(A) Asegurados adecuadamente. Los conductores se deben asegurar de manera que no se produzcan cortaduras ni abrasión del aislamiento.

(B) Protección a través de metales. Cuando los aislamientos de conductores pasen a través de metales, se deben proteger contra la abrasión.

(C) Espigas de las luminarias. No debe haber empalmes ni derivaciones dentro de los brazos o las espigas de las luminarias.

(D) Empalmes y derivaciones. Dentro de una luminaria o sobre ella no se deben hacer empalmes o derivaciones innecesarias.

Nota. Para los métodos aprobados para hacer conexiones, véase la sección 110.14.

(E) Trenzado. Se deben usar conductores trenzados para el alambrado de las cadenas de las luminarias y en otras partes móviles o flexibles.

(F) Tensión. Los conductores se deben instalar de modo que el peso de la luminaria o sus partes móviles no someta a tensión a los conductores.

410.59 Vitrinas conectadas mediante cordón. Se permitirá conectar las vitrinas individuales, que no sean fijas, mediante un cordón flexible a receptáculos instalados permanentemente; y se permitirá conectar tales vitrinas en grupos de no más de seis, mediante cordones flexibles y conectores separables de seguridad, con una de las vitrinas del grupo conectada mediante cordón flexible a un receptáculo instalado permanentemente.

Esta instalación debe cumplir con lo especificado en las secciones 410.59 (A) hasta (E).

(A) Requisitos del cordón. El cordón flexible debe ser del tipo para trabajo pesado, con conductores de calibre no inferior al de los conductores del circuito ramal, y con ampacidad como mínimo igual a la del dispositivo de sobrecorriente del circuito ramal y con conductor de puesta a tierra de equipos.

Nota. Para el calibre del conductor de puesta a tierra de equipos, véase la Tabla 250.122.

(B) Receptáculos, conectores y clavijas de conexión. Los receptáculos, los conectores y las clavijas de conexión deben ser de un tipo listado con puesta a tierra y de 15 ó 20 amperios nominales.

(C) Soportes. Los cordones flexibles se deben asegurar a la parte inferior de las vitrinas, de modo que se garanticen todas las siguientes condiciones:

(1) El alambrado no esté expuesto a daños físicos.

(2) La separación entre vitrinas no mayor a 50 mm (2 pulgadas), ni superior a 300 mm (12 pulgadas) entre la primera vitrina y el receptáculo de alimentación.

(3) El terminal libre al final de un grupo de vitrinas lleve un accesorio hembra que no sobresalga de la vitrina.

(D) Sin otros equipos. A las vitrinas no se deben conectar eléctricamente otros equipos distintos de los de las vitrinas.

(E) Circuito(s) secundario(s). Cuando las vitrinas se conecten con un cordón, el(los) circuito(s) secundario(s) de cada balasto para alumbrado de descarga eléctrica debe(n) limitarse sólo para una vitrina.

410.62 Portalámparas y luminarias conectados mediante cordón.

(A) Portalámparas. Cuando se conecte un portalámparas metálico a un cordón flexible, la entrada debe estar equipada con un adaptadors aislante que, si es roscado, no debe ser inferior al calibre de

tubo con designador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8). El orificio debe ser de un calibre adecuado para el cordón, y se deben eliminar todas las rebabas y elementos cortantes que pudiera tener, de modo que la superficie por la que pase el cordón sea lisa.

Se permitirá utilizar adaptadors con huecos de 7 mm (9/32 pulgadas) de diámetro para cordones colgantes sencillos, y huecos de 11 mm (13/32 pulgadas) de diámetro para cordones reforzados.

(B) Luminarias ajustables. No se exigirá que las luminarias que requieren de ajuste o direccionamiento después de su instalación estén equipadas con una clavija de conexión o un conector de cordón, siempre que el cordón expuesto sea del tipo para trabajo pesado o extra pesado y que no tenga una longitud superior a la necesaria para hacer el ajuste máximo. El cordón no debe estar expuesto a esfuerzos o daños físicos.

(C) Luminarias de descarga eléctrica.

(1) Instalación conectada mediante cordón. Se permitirá que una luminaria o ensamble listado esté conectado mediante cordón, si se aplican las siguientes condiciones:

(1) La luminaria está ubicada directamente bajo la salida o barra canalizada.

(2) El cordón flexible cumple con todos los siguientes requisitos:

a. Es visible en toda su longitud fuera de la luminaria.

b. No está sujeto a esfuerzos ni a daños físicos.

c. Termina en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra, o una clavija de barra canalizada o es parte de un ensamble listado que incorpora un conector del sistema de alambrado manufacturado de acuerdo con la sección 604.6(C), o tiene un ensamble de luminaria con alivio de tensión y cubierta ornamental con una sección longitudinal máxima de 152 mm (6 pulgadas) de canalización para la conexión a una caja de salida por encima de un cielo raso suspendido.

(2) Con portalámparas con casquillo roscado y base mogul. Se permitirá conectar las luminarias de descarga eléctrica dotadas de portalámparas con casquillo roscado y base mogul, a circuitos ramales de 50 amperios o menos, mediante cordones que cumplan lo establecido en la sección 240.5. Se permitirá que los receptáculos y las clavijas de conexión tengan un valor nominal de corriente menor a la del circuito ramal, pero no menor al 125 por ciento de la corriente de plena carga de la luminaria.

(3) Equipadas con entrada superficial con brida. Se permitirá que las luminarias de descarga eléctrica equipadas con una entrada superficial con brida, se alimenten mediante cordones colgantes equipados con conectores de cordón. Se permitirá que las entradas y los conectores sean de menor valor nominal de corriente que la del circuito ramal, pero no menor al 125 por ciento de la corriente de carga de la luminaria.

410.64 Luminarias como canalizaciones. Las luminarias no se deben usar como canalizaciones para los conductores del circuito, a menos que estén listadas y marcadas para su uso como canalizaciones.

410.65 Alambrado que alimenta a luminarias conectadas conjuntamente. Se permitirá que

las luminarias diseñadas para conexión de extremo con extremo para formar un ensamble continuo, o las luminarias conectadas conjuntamente por métodos de alambrado reconocidos contengan los conductores de un circuito ramal bifilar o de un circuito ramal multifilar que alimentan a las luminarias conectadas y no es necesario que estén certificadas como canalización. También se permitirá un circuito ramal bifilar adicional que alimente separadamente a una o más de las luminarias conectadas.

Nota: Véase el Artículo 100 con respecto a la definición de circuito ramal multifilar.

410.68 Conductores y balastos del alimentador y del circuito ramal. Los conductores del alimentador y del circuito ramal a una distancia hasta de 75 mm (3 pulgadas) de un balastro deben tener una temperatura nominal del aislamiento no inferior a 90º C (194º F), a menos que alimenten a una luminaria marcada como adecuada para una temperatura de aislamiento diferente.

VII. Construcción de las luminarias

410.70 Pantallas y envolventes combustibles. Entre las lámparas y las pantallas u otros envolventes de material combustible, se debe proporcionar un espacio de aire adecuado.

410.74 Capacidad nominal de las luminarias.

(A) Marcado. Todas las luminarias se deben marcar con el valor de watts máximos o el valor nominal eléctrico de la lámpara, el nombre del fabricante, marca comercial u otro medio de identificación adecuado. Una luminaria que requiera alambre de alimentación para una temperatura nominal superior a 60° C (140° F) debe estar marcada con la temperatura nominal mínima del alambre de alimentación en la luminaria y el embalaje o su equivalente.

(B) Valor nominal eléctrico. El valor nominal eléctrico debe incluir la tensión y la frecuencia así como el valor nominal de corriente de la unidad, incluidos el balasto, el transformador o el autotransformador.

410.76 Diseño y materiales. Las luminarias deben estar construidas en metal, madera u otro material adecuado para la aplicación y deben estar diseñadas y ensambladas de modo que aseguren la resistencia y rigidez mecánica necesarias.
Los compartimientos para el alambrado, incluidas las entradas, deben estar diseñados y construidos para permitir que los conductores se introduzcan y se saquen sin que se produzcan daños físicos.

410.77 Luminarias no metálicas. Cuando los compartimientos para el cableado de las luminarias estén construidos con material combustible, se deben usar conductores blindados o recubiertos de plomo, con sus accesorios adecuados, o se debe forrar con metal el compartimiento para el cableado.

410.78 Resistencia mecánica.

(A) Tubos para los brazos. Los tubos utilizados como brazos y espigas, cuando lleven rosca cortada, no deben tener un espesor inferior a 1.02 mm (0.040 pulgadas) y si están dotados de roscas roladas (prensadas), no deben tener un espesor inferior a 0.64 mm (0.025 pulgadas). Los brazos y otras partes deben estar fijos para evitar que giren.

(B) Cubiertas ornamentales metálicas. Las cubiertas ornamentales metálicas que sostienen portalámparas, pantallas, etc. de más de 4 kg (8 libras) o que incorporen receptáculos para clavijas de conexión, deben tener un espesor no inferior a 0.51 mm (0.020 pulgadas). Las demás cubiertas ornamentales no deben tener un espesor inferior a 0.41 mm (0.016 pulgadas) si son de acero, y si son de otros metales no deben tener un espesor inferior a 0.51 mm (0.020 pulgadas).

(C) Interruptores en las cubiertas ornamentales. No se deben instalar interruptores del tipo de jalar en los bordes de las cubiertas ornamentales metálicas de un espesor menor de 0.64 mm (0.025 pulgadas), excepto si los bordes están reforzados por un doblez que forme una pestaña o equivalente. Si se montan interruptores del tipo de jalar en los bordes u otro lugar de las cubiertas ornamentales de lámina metálica, no deben estar ubicados a más de 90 mm (3 ½ pulgadas) del centro de la cubierta ornamental. Cuando en la cubierta ornamental se instale un interruptor del tipo de jalar o un receptáculo colgante, estos se deben sujetar por doble tornillo pasante, doble anillo de la cubierta ornamental, un anillo roscado u otro método equivalente.
Los requisitos de espesor en el párrafo anterior se deben aplicar a mediciones hechas en cubiertas ornamentales terminadas (formadas).

410.79 Espacio para el cableado. Los cuerpos de luminarias, incluidas las luminarias portátiles, deben tener un espacio amplio para empalmes y derivaciones y para la instalación de dispositivos, si los hay. Los compartimientos de empalmes deben ser de material no absorbente y no combustible.

410.82 Luminarias portátiles.

(A) Generalidades. Las luminarias portátiles se deben alambrar con cordones flexibles reconocidos en la sección 400.4 y con una clavija de conexión de tipo polarizada o de puesta a tierra. Cuando se utilicen con portalámparas de base Edison tipo casquillo roscado, el conductor puesto a tierra se debe identificar, y conectar al casquillo roscado y al terminal identificado de la clavija de conexión.

(B) Luminarias portátiles de mano. Además de lo establecido en la sección 410.82(A), las luminarias portátiles de mano deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) No se deben usar portalámparas de carcasa exterior metálica recubierta con forro de papel.

(2) Deben estar equipadas con un mango de un compuesto moldeado o de otro material aislante.

(3) Deben estar equipadas con un protector adecuado, sujeto al portalámparas o al mango.

(4) Los protectores metálicos se deben poner a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos tendido junto con los conductores del circuito dentro del cordón de alimentación.

(5) No se exigirá que estén puestas a tierra si son alimentadas a través de un transformador de aislamiento con un secundario no puesto a tierra de máximo 50 voltios.

410.84 Adaptadors para cordones. Cuando un cordón flexible entre por la base o la espiga de una

luminaria portátil, se debe instalar un adaptadors o equivalente. El adaptadors debe ser de material aislante, a no ser que se utilice un cordón con chaqueta.

410.85 Pruebas. Todo el alambrado debe estar libre de cortocircuitos y fallas a tierra, tal como se definen en la sección 250.2 y se deben someter a prueba para determinar estos defectos antes de conectarlo al circuito.

410.86 Partes vivas. Las partes vivas expuestas dentro de luminarias de porcelana deben estar debidamente embebidas y ubicadas de modo que no sea probable que los alambres entren en contacto con ellas. Entre las partes vivas y el plano de montaje de la luminaria debe quedar un espacio de 13 mm (½ pulgada) como mínimo.

VIII. Instalación de los Portalámparas

410.90 Portalámparas de casquillo roscado. Los portalámparas del tipo de casquillo roscado se deben instalar para su uso exclusivamente como portalámparas. Cuando estén alimentados por un circuito que tenga un conductor puesto a tierra, este conductor se debe conectar al casquillo roscado.

410.93 Portalámparas con interruptor de dos polos. Cuando esté alimentado por los conductores no puestos a tierra de un circuito, el dispositivo de interrupción de los portalámparas de tipo con interruptor, debe desconectar simultáneamente los dos conductores del circuito.

410.96 Portalámparas en lugares húmedos o mojados. Los portalámparas instalados en lugares húmedos o mojados deben ser del tipo a prueba de intemperie.

IX. Construcción de los Portalámparas

410.100 Aislamiento. La carcasa metálica exterior y la tapa de los portalámparas deben estar forradas con un material aislante que prevenga que esas piezas lleguen a formar parte del circuito. Este forro no debe sobresalir más de 3 mm (1/8 de pulgada) de la carcasa metálica, pero debe prevenir que cualquier parte portadora de corriente de la base de la lámpara quede expuesta cuando la lámpara esté instalada en el dispositivo portalámparas.

410.102 Portalámparas con interruptores. Los portalámparas con interruptores deben estar construidos de manera que el mecanismo interruptor corte la conexión eléctrica con el contacto central. El mecanismo interruptor debe permitir además interrumpir la conexión eléctrica al casquillo roscado si se interrumpe simultáneamente la conexión al contacto central.

X. Lámparas y equipo auxiliar

410.103 Bases, lámparas incandescentes. Las lámparas incandescentes de uso general en circuitos ramales de alumbrado no deben estar equipadas con una base mediana si son de más de 300 watts nominales, ni con un casquillo de tipo mogul si son de más de 1500 watts nominales. Para lámparas de más de 1500 watts se deben utilizar bases especiales u otros dispositivos.

410.104 Equipos auxiliares de las lámparas de descarga eléctrica.

(A) Envolventes. Los equipos auxiliares para las lámparas de descarga eléctrica deben estar envueltos

en carcasas no combustibles y se deben considerar como fuentes de calor.

(B) Interruptores. Cuando estén alimentados por conductores no puestos a tierra de un circuito, el dispositivo de interrupción de los equipos auxiliares debe desconectar simultáneamente todos los conductores.

XI. Disposiciones especiales para luminarias empotradas y a nivel de la superficie

410.110 Generalidades. Las luminarias instaladas en cavidades empotradas en paredes o cielo rasos deben cumplir con las especificaciones de las secciones 410.115 hasta 410.122.

410.115 Temperatura.

(A) Materiales combustibles. Las luminarias se deben instalar de modo que los materiales combustibles adyacentes a ellas no estén expuestos a temperaturas superiores a 90° C (194° F).

(B) Construcción resistente al fuego. Cuando una luminaria está empotrada en un material resistente al fuego en un edificio de construcción resistente al fuego, se debe considerar que una temperatura superior a 90° C, (194° F) pero no superior a 150° C (302° F), es aceptable si la luminaria está claramente marcada para esa aplicación.

(C) Luminarias incandescentes empotradas. Las luminarias incandescentes deben tener protección térmica y estar identificadas como protegidas térmicamente.

Excepción No. 1: No se exigirá protección térmica en una luminaria empotrada, instalada en concreto vaciado e identificada para ese uso.

Excepción No. 2: No se exigirá protección térmica en una luminaria empotrada cuyo diseño, construcción y características de funcionamiento térmico son equivalentes a las luminarias térmicamente protegidas y están identificadas como inherentemente protegidas.

410.116 Separación e instalación.

(A) Separación.

(1) Que no es de tipo IC. Una luminaria empotrada que no esté identificada para contacto con el aislamiento debe tener todas sus partes empotradas con una separación mínima de 13 mm (½ pulgada) de los materiales combustibles. Se permitirá que estén en contacto con materiales combustibles los puntos de soporte y los acabados de las guarniciones que terminan en la abertura de la superficie del cielo raso o pared.

(2) Tipo IC. Se permitirá que una luminaria empotrada que esté identificada para contacto con el aislamiento, tipo IC, esté en contacto con materiales combustibles en las partes empotradas, puntos de soporte y partes que pasan a través de la abertura en la estructura del edificio o terminan en ella.

(B) Instalación. No se debe instalar el aislante térmico sobre una luminaria empotrada o a menos de 75 mm (3 pulgadas) del envolvente de la luminaria empotrada, del compartimiento del alambrado o del

balasto, a menos que esté identificada para contacto con el aislamiento, Tipo IC.

410.117 Alambrado.

(A) Generalidades. Se deben utilizar conductores con un aislamiento adecuado para las temperaturas a las que se vayan a exponer.

(B) Conductores del circuito. Se permitirá que los conductores del circuito ramal que tengan un aislamiento adecuado para las temperaturas a las que se vayan a exponer terminen en la luminaria.

(C) Conductores de derivación. Se permitirá que los conductores de derivación de un tipo adecuado para las temperaturas a las que se vayan a exponer, pasen desde la conexión terminal de la luminaria hasta una caja de salida ubicada como mínimo a 300 mm (1 pie) de la luminaria. Dichos conductores de derivación deben estar en una canalización adecuada o cable de tipo AC o MC de al menos 450 mm (18 pulgadas) y máximo 1.8 m (6 pies) de longitud.

XII. Construcción de luminarias montadas empotradas y a nivel con la superficie.

410.118 Temperatura. Las luminarias deben estar construidas de modo que los materiales combustibles adyacentes no estén expuestos a temperaturas superiores a 90° C (194° F).

410.120 Marcado en watts de las lámparas. Las luminarias para lámparas incandescentes deben estar marcadas con los watts máximos permisibles de las lámparas. Las marcas deben estar instaladas permanentemente con letras de 6 mm (¼ de pulgada) de altura como mínimo y estar ubicadas de modo que sean visibles cuando se cambie la lámpara.

410.121 Prohibición de uso de soldadura. No se debe utilizar soldadura blanda en la construcción de cajas para luminarias.

410.122 Portalámparas. Los portalámparas del tipo con casquillo roscado deben ser de porcelana o de otro material aislante adecuado. Si se utiliza cemento, debe ser del tipo de alta resistencia térmica.

XIII. Disposiciones especiales para sistemas de alumbrado de descarga eléctrica de 1000 voltios o menos

410.130 Generalidades.

(A) Tensión de 1000 voltios o menos en circuito abierto. Los equipos que se utilicen con sistemas de alumbrado de descarga eléctrica y diseñados para tensiones de 1000 voltios o menos en circuito abierto, deben ser de un tipo identificado para ese uso.

(B) Considerados como energizados. Los terminales de las lámparas de descarga eléctrica se deben considerar como energizados cuando cualquier terminal de la lámpara esté conectado a un circuito de más de 300 voltios.

(C) Transformadores del tipo en aceite. No se deben utilizar transformadores sumergidos en aceite.

(D) Requisitos adicionales. Además de cumplir los requisitos generales para luminarias, los equipos de alumbrado de descarga eléctrica deben cumplir también con la parte XIII de este artículo.

(E) Protección térmica - Luminarias fluorescentes.

(1) Protección térmica integrada. El balasto de una luminaria fluorescente instalada en lugares interiores debe tener protección térmica integrada. Los balastos de repuesto también deben tener protección térmica integrada con el balastro.

(2) Balastros de reactancia sencilla. No se exigirá que un balastro de reactancia sencilla en una luminaria fluorescente con lámparas tubulares rectas, esté protegido térmicamente.

(3) Accesorios de salida. Un balastro en una luminaria fluorescente del aviso de salida ("exit", "salida") no debe tener protección térmica.

(4) Luminarias para salida. Un balasto en una luminaria fluorescente que se usa para alumbrado de salida y que se energiza únicamente en caso de falla de la alimentación normal, no debe tener protección térmica.

(F) Luminarias de descarga de alta intensidad.

(1) Empotradas. Las luminarias de descarga de alta intensidad empotradas, diseñadas para instalación en cavidades de paredes o en el del cielo raso, deben estar protegidas térmicamente y estar identificadas como protegidas térmicamente.

(2) Inherentemente protegidas. No se exigirá protección térmica en una luminaria de alta intensidad empotrada, cuyo diseño, construcción y características de funcionamiento térmico sean equivalentes a los de una luminaria protegida térmicamente y estén identificadas como inherentemente protegidas.

(3) Instaladas en concreto vaciado. No se exigirá protección térmica en una luminaria empotrada de descarga de alta intensidad identificada para este uso e instalada en concreto vaciado.

(4) Balastros empotrados a distancia. Un balastro empotrado a distancia, para una luminaria de descarga de alta intensidad, debe tener protección térmica que esté integrada al balastro, y debe estar identificado como protegido térmicamente.

(5) Contención de las lámparas de halogenuro metálico. Las luminarias que utilizan lámparas de halogenuro metálico que no sean lámparas reflectoras parabólicas de vidrio grueso (PAR) deben tener una barrera de contención que encierre la lámpara, o tener un medio físico que únicamente permita la utilización de una lámpara de tipo O.

Nota: Véase la norma ANSI C78.389, American National Standard for Electric lamps - High Intensity Discharge, Methods of Measuring Characteristics.

(G) Medio de desconexión

(1) Generalidades. En lugares interiores diferentes a viviendas y estructuras accesorias asociadas, las luminarias fluorescentes que utilizan lámparas con doble extremo y que contengan balasto(s) a los que se pueda realizar servicio en el lugar, deben tener un medio de desconexión interno o externo para cada luminaria. Los terminales del lado de la línea del medio de desconexión deben estar resguardados.

Excepción No. 1: No se exigirá medio de desconexión para luminarias instaladas en lugares (clasificados como) peligrosos.

Excepción No. 2: No se exigirá el medio de desconexión para la iluminación de emergencia que se exige en la sección 700.16.

Excepción No. 3: Para luminarias conectadas con clavija y cordón, se permitirá un conector separable accesible o una clavija accesible y un receptáculo como medio de desconexión.

Excepción No. 4: No se exigirá medio de desconexión en establecimientos industriales con acceso público restringido donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen mediante procedimientos escritos que únicamente personas calificadas atenderán la instalación.

Excepción No. 5: No se exigirá medio de desconexión para cada luminaria cuando más de una luminaria esté instalada y sea alimentada por un circuito que no sea ramal multifilar, cuando el diseño de la instalación incluya medios de desconexión para que el espacio iluminado no se pueda dejar totalmente oscuro.

(2) Circuitos ramales multifilares. Cuando esté conectado a circuitos ramales multifilares, el medio de desconexión debe interrumpir simultáneamente todos los conductores de alimentación para el balasto, incluyendo el conductor puesto a tierra.

(3) Ubicación. El medio de desconexión debe estar localizado de manera que sea accesible a personas calificadas antes del servicio o el mantenimiento del balasto. Cuando el medio de desconexión es externo a las luminarias, debe ser un solo dispositivo y estar adosado a la luminaria, o la luminaria debe estar ubicada al alcance de la vista desde el medio de desconexión.

410.134 Equipos de corriente continua. Las luminarias instaladas en circuitos de c.c. deben estar equipadas con equipos auxiliares y resistencias especialmente diseñadas para operación con corriente continua. Las luminarias deben estar marcadas para operación con corriente continua.

410.135 Equipos con tensión superior a 300 voltios en circuito abierto. Los equipos con una tensión en circuito abierto superior a 300 voltios no se deben instalar en inmuebles de vivienda, a no ser que esos equipos estén diseñados de manera que no haya partes vivas expuestas cuando las lámparas se estén insertando, estén instaladas o se estén retirando.

410.136 Montaje de las luminarias.

(A) Con balastros expuestos. Las luminarias que tengan balastros o transformadores expuestos se deben instalar de manera que dichos balastros o transformadores no estén en contacto con

materiales combustibles.

(B) Tableros combustibles de fibra de celulosa de baja densidad. Cuando una luminaria de montaje superficial, que contiene un balasto, se instale en un tablero combustible de fibra de celulosa de baja densidad, debe estar marcada para esta condición o debe estar separada no menos de 38 mm (1 ½pulgadas) de la superficie del tablero. Cuando dichas luminarias estén empotradas parcial o totalmente, se deben aplicar las disposiciones de las secciones 410.110 hasta 410.112.

> **Nota**. Los tableros combustibles de fibra de celulosa de baja densidad incluyen hojas, paneles y baldosas con una densidad de 320 kg/m^3 (20 libras/pie^3) o menos y que están formados por fibras vegetales aglomeradas, pero no incluyen madera sólida o laminada, ni fibra con una densidad superior a 320 kg/m^3 (20 libras/pie^3), o son de un material que ha sido tratado íntegramente con productos químicos retardantes del fuego hasta el grado en que la propagación de la llama en cualquier plano del material no es superior a 25, determinada de acuerdo con las pruebas de características de combustión superficial de materiales de construcción. Véase la norma ANSI/ASTM E84-1997, Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials.

410.137 Equipos no integrados con la luminaria.

(A) Gabinetes metálicos. Los equipos auxiliares, incluidos reactancias, resistencias, condensadores y similares, cuando no estén instalados como parte de un conjunto de luminaria, deben tener gabinete en gabinetes metálicos accesibles, instalados en forma permanente.

(B) Montaje separado. No se exigirá que los balastos montados separadamente, proyectados para su conexión directa a un sistema de alambrado, estén envueltos separadamente.

(C) Secciones alambradas de luminarias. Las secciones alambradas de las luminarias van en parejas, con uno o varios balastos que alimentan la(s) lámpara(s) instaladas en ambas. Para la interconexión entre las unidades pareadas se permitirá utilizar un conduit metálico flexible con designador métrico 12 (tamaño comercial de $^3/8$) en longitudes máximas de 7.5 m (25 pies), de conformidad con lo establecido en el Artículo 348. Se permitirá que los alambres de las luminarias que funcionan a la tensión de la línea y alimentan sólo el (los) balastro(s) de una de las luminarias pareadas, estén en la misma canalización que los alambres de alimentación de las lámparas de las luminarias pareadas.

410.138 Autotransformadores. Un autotransformador que se utilice para aumentar la tensión a más de 300 voltios, como parte de un balastro para alimentar unidades de alumbrado, se debe alimentar únicamente por un sistema puesto a tierra.

410.139 Interruptores. Los interruptores de acción rápida deben cumplir lo establecido en la sección 404.14.

XIV. Disposiciones especiales para sistemas de alumbrado de descarga eléctrica de más de 1000 voltios

410.140 Generalidades.

(A) Listado. Los sistemas de alumbrado de descarga eléctrica con tensiones de circuito abierto de más de 1000 voltios, deben estar listados e instalados de conformidad con dicho listado.

(B) En ocupaciones de vivienda. Los equipos con tensión de circuito abierto de más de 1000 voltios no se deben instalar dentro de ocupaciones de vivienda ni sobre ellas.

(C) Partes vivas. El terminal de una lámpara de descarga eléctrica se debe considerar como una parte viva.

(D) Requisitos adicionales. Además de cumplir los requisitos generales para luminarias, los equipos de descarga eléctrica deben cumplir también con la Parte XIV de este artículo.

> **Nota**. Para los anuncios eléctricos e iluminación de contorno, véase el Artículo 600.

410.141 Control.

(A) Desconexión. Las instalaciones de luminarias o lámparas de alumbrado deben estar controladas individualmente o en grupos mediante un interruptor o interruptor automático operable desde el exterior, que abra todos los conductores primarios no puestos a tierra.

(B) Al alcance de la vista o de tipo bloqueo. El interruptor o interruptor automático debe estar ubicado al alcance de la vista desde las luminarias o lámparas, o pueden colocarse en otra parte, si cuenta con los medios para su bloqueo en posición abierta. El medio para el bloqueo o para agregar un bloqueo al medio de desconexión debe permanecer en su lugar en el interruptor o interruptor automático, esté o no instalado la cerradura o candado. No se permitirán medios portátiles para agregar un bloqueo al interruptor o interruptor automático.

410.142 Terminales de las lámparas y portalámparas. Las partes que sea necesario retirar para reemplazar las lámparas deben ser abisagradas o mantenerse sujetas. Las lámparas o portalámparas deben estar diseñados de modo que no dejen expuestas partes vivas al colocar o retirar las lámparas.

410.143 Transformadores.

(A) Tipo. Los transformadores deben tener gabinete, identificados para el uso y listados.

(B) Tensión. La tensión del circuito del secundario no debe ser superior a 15,000 voltios nominales bajo cualquier condición de carga. La tensión a tierra de los terminales de salida del circuito del secundario no debe ser superior a 7500 voltios bajo cualquier condición de carga.

(C) Valor nominal. Los transformadores deben tener un valor nominal de corriente de corto circuito del

secundario no superior a 150 miliamperios, si la tensión en circuito abierto es superior a 7500 voltios, y de máximo 300 miliamperios si la tensión en circuito abierto es de 7500 voltios o menos.

(D) Conexiones del secundario. Las salidas del circuito del secundario no se deben conectar ni en paralelo ni en serie.

410.144 Ubicación de los transformadores.

(A) Accesibles. Los transformadores deben ser accesibles después de su instalación.

(B) Conductores del secundario. Los transformadores deben instalarse lo más cerca posible de las lámparas, para que la longitud de los conductores del secundario sea lo más corta posible.

(C) Adyacentes a materiales combustibles. Los transformadores se deben ubicar de modo que los materiales combustibles adyacentes no estén sujetos a temperaturas superiores a 90° C (194° F).

410.145 Exposición a daño. No se deben instalar las lámparas donde puedan estar expuestas normalmente a daños físicos.

410.146 Marcado. Cada luminaria o cada circuito del secundario de tubos con tensión de circuito abierto de más de 1000 voltios, deben tener un marcado bien legible con letras con altura no inferior a 6 mm (¼ de pulgada) que indique: "Precaución, ___ voltios". La tensión indicada debe ser la nominal de circuito abierto.

410.147 Interruptores. Los interruptores de acción rápida deben cumplir lo establecido en la sección 404.4

XV. Rieles para alumbrado

410.151 Instalación.

(A) Rieles de alumbrado. Los rieles de alumbrado deben estar instalados y conectados en forma permanente a un circuito ramal. En los rieles de alumbrado sólo se deben instalar accesorios especiales para rieles de alumbrado. Los accesorios de rieles de alumbrado no deben estar equipados con receptáculos de uso general.

(B) Carga conectada. La carga conectada a los rieles de alumbrado no debe exceder el valor nominal del riel. Un riel de alumbrado debe estar alimentado por un circuito ramal con un valor nominal no superior a la del riel.

> **Nota**: El cálculo de la carga en la sección 220.43 (B) no limita la longitud del riel en un solo circuito ramal, y tampoco limita la cantidad de luminarias en un solo riel.

(C) Lugares no permitidos. No se deben instalar rieles de alumbrado en los siguientes lugares:

(1) Donde es probable que estén expuestos a daños físicos.

(2) En lugares húmedos o mojados.

(3) Donde estén sujetos a vapores corrosivos.

(4) En cuartos para baterías de acumuladores.

(5) En lugares (clasificados como) peligrosos.

(6) Si están ocultos.

(7) Cuando se extiendan a través de paredes o divisiones.

(8) A menos de 1.5 m (5 pies) sobre el piso terminado, excepto cuando están protegidos contra daños físicos o funcionan a una tensión de circuito abierto inferior a 30 voltios valor eficaz,

(9) Donde estén prohibidos de acuerdo con la sección 410.10 (D).

(D) Soporte. Los accesorios identificados para uso con rieles de alumbrado deben estar diseñados específicamente para el tipo de riel con el que van a ser instalados. Deben estar sujetados y asegurados al riel, mantener la polaridad y las conexiones al conductor de puesta a tierra de equipos y estar diseñados para suspenderlos directamente del riel.

410.153 Riel de alumbrado para trabajo pesado. Un riel de alumbrado para trabajo pesado es un riel identificado para su uso a más de 20 amperios. Cada accesorio sujeto a un riel de alumbrado para trabajo pesado debe estar protegido individualmente contra sobrecorriente.

410.154 Sujeción. Los rieles de alumbrado se deben sujetar y asegurar, de modo que cada sujeción sea adecuada para soportar el máximo peso de las luminarias que se puedan instalar. A menos que estén identificados para soportes a intervalos mayores, una sola sección de 1.2 m (4 pies) de longitud o más corta, debe tener dos soportes, y cuando se instalen en una fila continua, cada sección individual de longitud no superior a 1.2 m (4 pies) debe llevar un soporte adicional. 410.155 Requisitos de construcción.

(A) Construcción. La carcasa para los sistemas de rieles de alumbrado debe ser lo suficientemente resistente como para mantener la rigidez. Los conductores deben estar instalados dentro de la carcasa del riel de modo que permitan la inserción de una luminaria y deben ser diseñados para evitar la manipulación y el contacto accidental con partes vivas. Los componentes de sistemas de riel de alumbrado de diferentes tensiones no deben ser intercambiables. Los conductores instalados en los rieles deben ser mínimo del 12 AWG o igual, y deben ser de cobre. Los extremos de los rieles deben estar aislados y protegidos con cubiertas.

(B) Puesta a tierra. Los rieles de alumbrado deben estar puestos a tierra de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250, y las secciones de riel deben estar acopladas seguramente, de manera que mantengan la continuidad, polaridad y puesta a tierra de todo el circuito.

XVI. Alumbrado decorativo y accesorios similares

410.160 Listado del alumbrado decorativo. El alumbrado decorativo y los accesorios similares utilizados para alumbrado festivo y propósitos similares, de acuerdo con la sección 590.3 (B), deben estar listados.

ARTÍCULO 411
Sistemas de alumbrado que operan a 30 voltios o menos

411.1 Alcance. Este Artículo trata de los sistemas de alumbrado que operan a 30 voltios o menos y de sus componentes asociados.

411.2 Definición.

Sistemas de alumbrado que operan a 30 voltios o menos *(Lighting Systems Operating at 30 Voltios or Less)*. Un sistema de alumbrado que consta de una fuente de alimentación separada, las luminarias de baja tensión y el equipo asociado, todos identificados para el uso. Los circuitos de salida de la fuente de alimentación tienen un valor nominal no superior a 25 amperios y funcionan a 30 voltios (42.4 voltios pico) o menos bajo cualquier condición de carga.

411.3 Listado exigido. Los sistemas de alumbrado que operan a 30 voltios o menos deben cumplir con lo especificado en las secciones 411.3 (A) o 411.3 (B).

(A) Sistema listado. Los sistemas de alumbrado que funcionan a 30 voltios o menos deben estar listados como un sistema completo. Las luminarias, la fuente de alimentación y los accesorios para las luminarias (incluyendo los conductores desnudos expuestos) de un sistema de alumbrado de conductores desnudos expuestos deben estar listados para el uso como parte del mismo sistema de alumbrado identificado.

(B) Ensamble de las partes listadas. Se permitirá un sistema de alumbrado ensamblado a partir de las siguientes partes listadas:

(1) Luminarias de baja tensión.

(2) Fuente de alimentación para las luminarias de baja tensión.

(3) Fuente de alimentación de Clase 2.

(4) Accesorios para las luminarias de baja tensión.

(5) Cordón (circuito del secundario) para el cual las luminarias y la fuente de alimentación están listados para el uso.

(6) Cable, conductores en conduit, u otro método de alambrado fijo para el circuito del secundario.

Las luminarias, la fuente de alimentación y los accesorios para las luminarias (incluyendo los conductores desnudos expuestos) de un sistema de alumbrado de conductores desnudos expuestos deben estar listados para el uso como parte del mismo sistema de alumbrado identificado.

411.4 Requisitos para la ubicación específica.

(A) Paredes, pisos y cielos rasos. Los conductores ocultos o que pasan a través de una pared, un piso o un cielo raso deben cumplir lo estipulado en (1) o (2):

(1) Instalados utilizando cualquiera de los métodos de alambrado que se especifican en el Capítulo 3.

(2) Instalados utilizando un alambrado alimentado por una fuente de alimentación listada Clase 2 e instalados de acuerdo con la sección 725.130.

(B) Piscinas, spas, fuentes y lugares similares. Los sistemas de alumbrado se deben instalar a una distancia no inferior a 3 m (10 pies) medidos horizontalmente desde el borde más próximo del agua, a menos que así lo permita el Artículo 680.

411.5 Circuitos del secundario.

(A) Puesta a tierra. Los circuitos secundarios no deben estar puestos a tierra.

(B) Aislamiento. El circuito del secundario debe estar aislado del circuito ramal por medio de un transformador de aislamiento.

(C) Conductores desnudos. Están permitidos los conductores desnudos y las partes portadoras de corriente expuestas únicamente en instalaciones bajo techo. Los conductores desnudos no deben estar instalados a menos de 2.1 m (7 pies) sobre el piso terminado, excepto si están listados específicamente para su instalación a menor altura.

(D) Conductores aislados. Los conductores de circuito del secundario, aislados y expuestos deben ser del tipo descrito en (1), (2) o (3) y se deben instalar tal como se describe en estos numerales:

(1) Cable de Clase 2 alimentado por una fuente de alimentación de Clase 2 instalado de acuerdo con las Partes I y III del Artículo 725.

(2) Conductores, cordón o cable del sistema listado e instalados a no menos de 2.1 m (7 pies) por el encima del piso terminado, a menos que el sistema esté listado específicamente para su instalación a una altura menor.

(3) Métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3.

411.6 Circuito ramal. Los sistemas de alumbrado que funcionen a 30 voltios o menos deben estar alimentados por un circuito ramal de máximo 20 amperios.

411.7 Lugares (clasificados como) peligrosos. Además de las disposiciones de este artículo, cuando los sistemas de alumbrado estén instalados en lugares (clasificados como) peligrosos, deben cumplir lo establecido en los Artículos 500 a 517.

ARTÍCULO 422
Electrodomésticos

I. Generalidades

422.1 Alcance. Este Artículo trata de los electrodomésticos utilizados en cualquier tipo de ocupación.

422.3 Otros artículos. Los requisitos del Artículo 430 se deben aplicar a la instalación de electrodomésticos operados a motor, y los requisitos del Artículo 440 se deben aplicar a la instalación de electrodomésticos que contengan motocompresor(es) refrigerante(s) hermético(s), excepto cuando se indica específicamente algo diferente en este artículo.

422.4 Partes vivas. Los electrodomésticos no deben tener partes vivas normalmente expuestas al contacto, diferentes de aquellas partes que funcionan como elementos de calefacción con resistencias a la vista, como por ejemplo el elemento calefactor de una tostadora, que está expuesto necesariamente.

II. Instalación

422.10 Valor nominal de circuitos ramales. Esta sección especifica los valores nominales de los circuitos ramales capaces de dar suministro de corriente a los electrodomésticos sin sobrecalentarse en las condiciones especificadas.

(A) Circuitos individuales. El valor nominal de un circuito ramal individual no debe ser inferior al valor nominal marcado en el electrodoméstico o el valor nominal marcado de un electrodoméstico con cargas combinadas, tal como se dispone en la sección 422.62.

El valor nominal de un circuito ramal individual para electrodomésticos operados a motor que no tienen marcado su valor nominal, debe estar de acuerdo con la Parte II del Artículo 430.

El valor nominal de un circuito ramal para un electrodoméstico que es una carga continua, diferente de un electrodoméstico operado a motor, no debe ser inferior al 125 por ciento del valor nominal marcado; o no debe ser inferior al 100 por ciento del valor marcado, si el dispositivo del circuito ramal y su ensamble están listados para carga continua al 100 por ciento de su valor.

Se permitirá que los circuitos ramales y los conductores del circuito ramal para estufas y electrodomésticos de cocción estén de acuerdo con la Tabla 220.55 y deben estar dimensionados de acuerdo con la sección 210.19 (A) (3).

(B) Circuitos que alimentan dos o más cargas. Para circuitos ramales que alimentan electrodomésticos y otras cargas, el valor nominal se debe determinar de acuerdo con la sección 210.23.

422.11 Protección contra sobrecorriente. Los electrodomésticos se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con las secciones 422.11 (A) hasta (G) y 422.10.

(A) Protección contra sobrecorriente del circuito ramal. Los circuitos ramales se deben proteger de acuerdo con la Sección 240.4.

Si el valor nominal del dispositivo de protección está marcado en el electrodoméstico, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal no debe ser superior al valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente marcado en el electrodoméstico.

(B) Electrodomésticos con elementos de calefacción superficial. Un electrodoméstico con elementos de calefacción superficial, que tiene una demanda máxima de más de 60 amperios, calculada de acuerdo con la Tabla 220.55, debe tener subdividido su suministro de potencia en dos o más circuitos, cada uno de los cuales está equipado con protección contra sobrecorriente con valor nominal máximo de 50 amperios.

(C) Electrodomésticos de calefacción comercial e industrial con lámparas infrarrojas. Los electrodomésticos de calefacción industrial y comercial con lámparas infrarrojas deben tener protección contra sobrecorriente que no exceda los 50 amperios.

(D) Tipos de elementos de calefacción superficial de devanado con revestimiento expuesto o devanado abierto, en electrodomésticos de calefacción de tipo comercial. Los tipos de elementos de calefacción superficial de devanado con revestimiento expuesto o devanado abierto, en electrodomésticos de calefacción de tipo comercial, deben estar protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente con valor nominal máximo de 50 amperios.

(E) Un solo electrodoméstico no operado a motor. Si el circuito ramal alimenta un solo electrodoméstico no operado a motor, el valor nominal de protección contra sobrecorriente debe:

(1) No exceder el marcado sobre el electrodoméstico.

(2) No exceder los 20 amperios si el valor nominal de protección contra sobrecorriente no está marcado sobre el electrodoméstico y éste está clasificado para 13.3 amperios o menos; o.

(3) No exceder el 150 por ciento de la corriente nominal del electrodoméstico si el valor nominal de protección contra sobrecorriente no está marcado y el electrodoméstico está clasificado para más de 13.3 amperios. Si el 150 por ciento del valor nominal del electrodoméstico no corresponde a un valor nominal en amperios de un dispositivo de sobrecorriente estándar, se permitirá el siguiente valor nominal estándar más alto.

(F) Electrodomésticos de calefacción eléctrica que emplean elementos de calefacción de tipo resistencia, con valor nominal superior a 48 amperios.

(1) Electrodomésticos de calefacción eléctrica. Los electrodomésticos de calefacción eléctrica que emplean elementos de calefacción de tipo resistencia con valor nominal superior a 48 amperios, que no sean electrodomésticos con elementos de calefacción superficiales tratados en la sección 422.11(B), ni los electrodomésticos de calefacción de tipo comercial, tratados en la sección 422.11(D), deben tener subdivididos los elementos de calefacción. Cada carga subdividida no debe ser superior a 48 amperios y debe estar protegida a no más de 60 amperios.

Estos dispositivos de protección contra sobrecorriente complementarios deben ser:

(1) Instalados en fábrica dentro del gabinete del calentador o sobre él, o suministrados como un ensamble separado por el fabricante del calentador; (2) accesibles, y (3) adecuados para la protección de los circuitos ramales.

Los conductores principales que alimentan estos dispositivos de protección contra sobrecorriente se deben considerar como conductores de circuitos ramales.

(2) Electrodomésticos de cocinas y de cocción comerciales. Se permitirá que los electrodomésticos de cocción y de cocinas comerciales que usan elementos de calefacción de tipo con revestimiento, no tratados en la sección 422.11 (D), estén subdivididos en circuitos para máximo 120 amperios y protegidos a no más de 150 amperios, si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

(1) Los elementos son integrales con una superficie de cocción y están envueltos dentro de ella.

(2) Los elementos están contenidos completamente dentro de un envolvente identificado como adecuado para este uso.

(3) Los elementos están contenidos dentro de un recipiente especificado por ASME y con su sello.

(3) Calentadores de agua y calderas de vapor. Se permitirá que los calentadores de agua y calderas de vapor que emplean elementos de calefacción eléctrica de inmersión tipo resistencia, contenidos en un recipiente especificado por ASME y con su sello o calentadores instantáneos de agua listados, estén subdivididos en circuitos de máximo 120 amperios y protegidos a no más de 150 amperios.

(G) Electrodomésticos operados a motor. Los motores de los electrodomésticos operados a motor deben estar equipados con protección contra sobrecarga, de acuerdo con la Parte III del Artículo 430. Los motocompresores herméticos con refrigerante, en equipos de aire acondicionado o de refrigeración, deben estar equipados con protección contra sobrecarga, de acuerdo con la Parte VI del Artículo 440. Cuando se exigen dispositivos de protección contra sobrecorriente, que estén separados de los electrodomésticos, los datos para la selección de estos dispositivos se deben marcar sobre el electrodoméstico. El marcado mínimo debe ser el que se especifica en las secciones 430.7 y 440.4.

422.12 Equipo de calefacción central. Los equipos de calefacción central distintos de los equipos de calefacción fija de ambiente deben estar alimentados por un circuito ramal individual.

Excepción No. 1: Se permitirá que los equipos auxiliares directamente asociados con el equipo de calefacción, tales como las bombas, válvulas, humidificadores o limpiadores electrostáticos del aire, estén conectados al mismo circuito ramal.

Excepción No. 2: Se permitirá que los equipos de aire acondicionado conectados permanentemente se conecten al mismo circuito ramal.

422.13 Calentadores de agua de tipo con almacenamiento. Un calentador de agua fijo de tipo con almacenamiento, que tenga una capacidad de 450 L (120 galones) o menos, se debe considerar como una carga continua con el propósito de dimensionar los circuitos ramales.

Nota: Para el valor nominal del circuito ramal, véase la sección 422.10.

422.14 Electrodomésticos de calefacción industrial con lámparas infrarrojas. Se permitirá que los portalámparas de electrodomésticos de calefacción por rayos infrarrojos en ocupaciones industriales funcionen en serie en circuitos de más de 150 voltios a tierra, siempre y cuando el valor nominal de tensión de los portalámparas no sea inferior a la tensión de circuito.

Cada Sección, panel o tira que porta un número de portalámparas de rayos infrarrojos (incluido el alambrado interno de esta sección, panel o tira), se debe considerar como un electrodoméstico. El bloque de terminales de conexión de cada uno de tales ensambles se considerará como una salida individual.

422.15 Ensambles para centrales de salidas de vacío

(A) Se permitirá que los ensambles para centrales de salidas de vacío listados estén conectados a un circuito ramal, de acuerdo con la sección 210.23 (A).

(B) La ampacidad de los conductores de conexión no debe ser inferior a la ampacidad de los conductores de los circuitos ramales a los que están conectados.

(C) Las partes metálicas accesibles, no portadoras de corriente del conjunto para centrales de salidas de vacío se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos.

422.16 Cordones flexibles.

(A) Generalidades. Se permitirán cordones flexibles para:

(1) La conexión de electrodomésticos, con el fin de facilitar su intercambio frecuente o para evitar la transmisión de ruido o vibración, o (2) facilitar el retiro o desconexión de electrodomésticos que están fijos en su sitio, cuando los medios de fijación y las conexiones mecánicas están diseñados específicamente para permitir un retiro fácil para mantenimiento o reparación, y el electrodoméstico está proyectado o identificado para su conexión con cordón flexible.

(B) Electrodomésticos específicos.

(1) Trituradores domésticos de basura operados eléctricamente. Se permitirá que los trituradores domésticos de basura operados eléctricamente estén conectados mediante cordón y clavija con un cordón flexible identificado como adecuado para ese propósito en las instrucciones de instalación del fabricante del electrodoméstico, y cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) El cordón flexible debe terminar en una clavija de conexión del tipo de puesta

a tierra.

Excepción: No se exigirá que un triturador doméstico de basura listado, marcado claramente, para identificarlo como protegido por un sistema de doble aislamiento, o su equivalente, termine en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

(2) La longitud del cordón no debe ser inferior a 450 mm (18 pulgadas) y no debe ser superior a 900 mm (36 pulgadas).

(3) Los receptáculos deben estar ubicados de manera que se evite el daño físico al cordón flexible.

(4) El receptáculo debe ser accesible.

(2) Máquinas lavaplatos empotradas y compactadores de basura. Se permitirá que las máquinas lavaplatos empotradas y los compactadores de basura se conecten mediante cordón y clavija, con un cordón flexible identificado como adecuado para el propósito en las instrucciones de instalación del fabricante del electrodoméstico, cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) El cordón flexible debe terminar en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

Excepción: No se exigirá que una máquina lavaplatos o un compactador de basura listados, marcados claramente para identificarlos como protegidos por un sistema de doble aislamiento o su equivalente, terminen en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

(2) La longitud del cordón debe ser de 0.9 m a 1.2 m (3 pies a 4 pies), medidos desde la cara de la clavija de conexión al plano de la parte posterior del electrodoméstico.

(3) Los receptáculos deben estar ubicados de modo que se evite el daño físico al cordón flexible.

(4) El receptáculo debe estar localizado en el espacio ocupado por el electrodoméstico, o adyacente a él.

(5) El receptáculo debe ser accesible.

(3) Hornos montados en la pared y unidades de cocción de mesón. Se permitirá que los hornos montados en la pared y las unidades de cocción de mesón completas con medios para montaje y para hacer las conexiones eléctricas, estén conectados en forma permanente o, solamente para facilitar el servicio o para la instalación, conectados mediante cordón y clavija.

Un conector separable o una combinación de clavija y receptáculo en la línea de alimentación a un horno o unidad de cocción deben estar aprobados para la temperatura del espacio en el cual van a ir ubicados.

(4) Campanas para estufas. Se permitirá que las campanas para estufas estén conectadas mediante cordón y clavija con un cordón flexible identificado como adecuado para ese propósito en las instrucciones de instalación del fabricante del electrodoméstico, y cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) El cordón flexible debe terminar en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

Excepción: No se exigirá que una campana para estufa, listada, marcada claramente, para identificarla como protegida por un sistema de doble aislamiento, o su equivalente, termine en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

(2) La longitud del cordón no debe ser inferior a 450 mm (18 pulgadas) y no debe ser superior a 900 mm (36 pulgadas).

(3) Los receptáculos deben estar ubicados de manera que se evite el daño físico al cordón flexible.

(4) El receptáculo debe ser accesible.

(5) El receptáculo está alimentado por un circuito ramal individual.

422.17 Protección de material combustible. Cada electrodoméstico calentado eléctricamente, que por su tamaño, peso y servicio esté proyectado para ser colocado en una posición fija, se debe colocar de manera que exista protección suficiente entre dicho electrodoméstico y el material combustible adyacente.

422.18 Soporte de ventiladores (de aspas) suspendidos del cielo raso. Los ventiladores (de aspas) suspendidos del cielo raso deben estar sostenidos independientemente de la caja de salida o mediante una caja de salida listada o sistemas de cajas de salida identificados para ese uso e instalados según la sección 314.27 (D).

422.20 Otros métodos de instalación. Se permitirá el uso de electrodomésticos que emplean métodos de instalación diferentes de los tratados en este artículo, solamente mediante permiso especial.

III. Medios de desconexión.

422.30 Generalidades. Se debe suministrar un medio para desconectar cada electrodoméstico de todos los conductores no puestos a tierra, de acuerdo con las siguientes secciones de la Parte III. Si un electrodoméstico es alimentado por más de una fuente, los medios de desconexión se deben agrupar e identificar.

422.31 Desconexión de electrodomésticos conectados de forma permanente.

(A) Electrodomésticos con valor nominal no mayor de 300 volt-amperios o $^{1}/8$ de caballo de fuerza. En los electrodomésticos conectados permanentemente con valor nominal no mayor de 300 volt-amperios o 1/8 de caballo de fuerza, se permitirá utilizar como medio de desconexión el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal.

(B) Electrodomésticos con valor nominal mayor de 300 volt-amperios o de 1/8 de caballo de fuerza. En los electrodomésticos conectados permanentemente con valor nominal mayor de 300 volt-amperios o de 1/8 de caballo de fuerza, se permitirá utilizar el interruptor o interruptor automático del circuito ramal como medio de desconexión, cuando dicho interruptor o interruptor automático esté al alcance de la vista desde el electrodoméstico o se pueda bloquear en la posición abierta. El medio para bloquear o agregar un bloqueo al medio de desconexión se debe instalar sobre o en el interruptor o interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su sitio con o sin el candado instalado.

> **Nota**: Para electrodomésticos que emplean interruptores unitarios, véase la sección 422.34.

422.32 Medio de desconexión para electrodomésticos accionados por motor. Si un interruptor o interruptor automático funciona como el medio de desconexión para un electrodoméstico accionado por motor, de más de 1/8 de caballo de fuerza conectado permanentemente, debe estar a la vista desde el controlador del motor y debe cumplir con lo estipulado en la Parte IX del Artículo 430.

> *Excepción: Si un electrodoméstico accionado por motor de más de 1/8 de caballo de fuerza tiene un interruptor unitario que cumpla con lo indicado en las secciones 422.34 (A), (B), (C) o (D), se permitirá que el interruptor o interruptor automático que funciona como el otro medio de desconexión no esté a la vista desde el controlador del motor.*

422.33 Desconexión de electrodomésticos conectados mediante cordón y clavija.

(A) Conector separable o receptáculo y clavija de conexión. En los electrodomésticos conectados mediante cordón y clavija se permitirá que un conector separable accesible o un receptáculo y clavija accesibles, sirvan como medios de desconexión. Cuando el conector separable o el receptáculo y la clavija no sean accesibles, los electrodomésticos de este tipo se deben suministrar con medios de desconexión de acuerdo con la sección 422.31.

(B) Conexión en la base posterior de una estufa. En las estufas eléctricas domésticas conectadas mediante cordón y clavija, se considera que una conexión de clavija y receptáculo en la base posterior de la estufa cumple los requisitos de la sección 422.33(A) si es accesible desde la parte delantera retirando algún cajón.

(C) Valor nominal. El valor nominal de un receptáculo o de un conector separable no debe ser menor que el valor nominal de cualquier electrodoméstico conectado a ellos.

> *Excepción: Se permitirá aplicar los factores de demanda autorizados en otras partes de este Código, al valor nominal de un receptáculo o de un conector separable.*

422.34 Interruptor(es) unitario(s) como medios de desconexión. Se permitirá que un uno o varios interruptores unitarios que formen parte de un electrodoméstico, con su posición de apagado ("off") marcada y que desconecten todos los conductores no puestos a tierra del electrodoméstico, se utilicen como el medio de desconexión exigido en este artículo, cuando se proporcionen otros medios de desconexión en las ocupaciones que se especifican en las secciones 422.34 (A) hasta (D).

(A) Viviendas multifamiliares. En viviendas multifamiliares, los otros medios de desconexión deben estar

dentro de la unidad de vivienda o en el mismo piso de la unidad de vivienda en la que esté instalado el electrodoméstico, y se permitirán para controlar lámparas y otros electrodomésticos.

(B) Viviendas bifamiliares. En las viviendas bifamiliares, se permitirá que el otro medio de desconexión esté dentro o fuera de la unidad de vivienda en la que esté instalado el electrodoméstico. En este caso se permitirá instalar un interruptor o un interruptor automático individuales para la unidad de vivienda, que puede controlar también lámparas y otros electrodomésticos.

(C) Viviendas unifamiliares. En viviendas unifamiliares, se permitirá que el otro medio de desconexión sea el medio de desconexión de la acometida.

(D) Otras ocupaciones. En otras ocupaciones, se permitirá que el otro medio de desconexión sea el interruptor o interruptor automático del circuito ramal, cuando sea fácilmente accesible para el servicio del electrodoméstico.

422.35 Interruptores e interruptores automáticos indicadores. Los interruptores e interruptores automáticos usados como medio de desconexión, deben ser de tipo indicador.

IV. Construcción

422.40 Polaridad de los electrodomésticos conectados mediante cordón y clavija. Si para su encendido y apagado el electrodoméstico está equipado con un interruptor monopolar manual conectado a la red, y además con un portalámparas con base Edison o un receptáculo de 15 ó 20 amperios, la clavija de conexión debe ser del tipo polarizado o del tipo de puesta a tierra.
En una máquina de afeitar eléctrica listada y con doble aislamiento, se permitirá el uso de una clavija de conexión bifilar no polarizada.

> **Nota**: Para la polaridad de los portalámparas con base Edison, véase la sección 410.82(A).

422.41 Electrodomésticos sometidos a la inmersión conectados mediante cordón y clavija. Las unidades de hidromasajes autosoportadas y los secadores de pelo manuales, conectados mediante cordón y clavija, deben estar construidos de modo que brinden protección a los usuarios contra electrocución si se sumergen, tanto si están encendidos como apagados.

422.42 Señales para electrodomésticos de calefacción. En ocupaciones diferentes de los destinados a vivienda, todos los electrodomésticos o grupos de electrodomésticos de calefacción eléctrica proyectados para su aplicación a materiales combustibles, deben llevar una señal o un dispositivo limitador de temperatura integrado.

422.43 Cordones flexibles.

(A) Cordones para calefactor. Todas las planchas y electrodomésticos calentados eléctricamente y conectados mediante cordón y clavija, con valor nominal superior a 50 watts y que producen temperaturas superiores a 121° C (250° F) en las superficies con las que probablemente entre en contacto el cordón, se deben equipar con uno de los tipos de cordón para calefactor aprobados, presentados en la Tabla 400.4.

(B) Otros electrodomésticos de calefacción. Todos los otros electrodomésticos calentados eléctricamente y conectados mediante cordón y clavija se deben conectar con uno de los tipos de

cordones aprobados, presentados en la Tabla 400.4, y seleccionado de acuerdo con el tipo de uso especificado en esa tabla.

422.44 Calentadores de inmersión conectados con cordón y clavija. Los calentadores eléctricos por inmersión conectados mediante cordón y clavija deben estar fabricados e instalados de manera que las partes portadoras de corriente queden aisladas eficazmente de contactos eléctricos con la sustancia en la que se sumergen.

422.45 Soportes para electrodomésticos conectados con cordón y clavija. Todas las planchas y demás electrodomésticos de calefacción eléctrica conectados mediante cordón y clavija y proyectados para su aplicación a materiales combustibles, deben ir equipados con un soporte aprobado, el cual se permitirá que sea una parte separada del equipo o que forme parte del electrodoméstico.

422.46 Planchas. Las planchas calentadas eléctricamente deben estar equipadas con un medio identificado de limitación de la temperatura.

422.47 Controles de calentadores de agua. Todos los calentadores de agua del tipo de almacenamiento o instantáneos deben tener un medio limitador de la temperatura, además de su termostato de control, para desconectar todos los conductores no puestos a tierra. Dicho medio debe cumplir con las dos condiciones siguientes:

(1) Estar instalados para detectar la máxima temperatura del agua.

(2) Ser de tipo de disparo libre y de reposición manual, o de un tipo que tenga un elemento reemplazable. Estos calentadores de agua deben tener una marca en la que se exija la instalación de una válvula de alivio de temperatura y presión.

> *Excepción No. 1: Calentadores de agua del tipo de almacenamiento, identificados como adecuados para uso con un suministro de agua a una temperatura de 82° C (180° F) o más y una capacidad de 60 kW o superior.*
>
> *Excepción No. 2: Los calentadores de agua del tipo instantáneo, identificados como adecuados para este uso, con una capacidad de 4 L (1 galón) o menos.*
>
> **Nota**. Véase la Norma Relief Valves for Hot Water Supply Systems, ANSI Z21.22-1999/CSA 4.4-M99.

422.48 Electrodomésticos de calefacción industrial con lámparas infrarrojas.

(A) De 300 watts o menos. Se permitirá el uso de lámparas de calefacción de luz infrarroja de 300 watts nominales o menos con portalámparas del tipo de base media, de porcelana sin interruptores o de otros tipos identificados como adecuados para su uso con lámparas de calefacción de luz infrarroja, de 300 watts nominales o menos.

(B) De más de 300 watts. Las lámparas de luz infrarroja de más de 300 watts nominales no se deben utilizar en portalámparas con base Edison, a menos que los portalámparas estén identificados como adecuados para uso con lámparas de luz infrarroja de más de 300 watts nominales.

422.49 Máquinas lavadoras con rociado a alta presión. Todas las máquinas de lavado

monofásicas con tensión nominal de 250 voltios o menos, con rociado a alta presión y conectadas mediante cordón y clavija, deben estar equipadas con un interruptor del circuito contra fallas a tierra instalado en la fábrica, para protección del personal. El interruptor del circuito contra fallas a tierra debe formar parte integral de la clavija de conexión o debe estar ubicado en el cordón de alimentación, a una distancia inferior a 300 mm (12 pulgadas) de la clavija de conexión.

422.50 Ensambles de calefacción de tubería conectados mediante cordón y clavija. Los ensambles de calefacción de tubería conectados mediante cordón y clavija proyectados para evitar el congelamiento de la tubería, deben estar listados.

422.51 Máquinas expendedoras conectadas con cordón y clavija. Las máquinas expendedoras conectadas con cordón y clavija, manufacturadas o remanufacturadas en o después del primero de enero de 2005, deben tener un interruptor del circuito contra fallas a tierra como parte integral de la clavija de conexión o que esté ubicado a una distancia no superior a 300 mm (12 pulgadas) de la clavija de conexión. Las máquinas expendedoras más antiguas, manufacturadas o remanufacturadas antes del primero de enero de 2005 se deben conectar a una salida protegida con GFCI. Para los propósitos de esta sección, el término máquina expendedora significa cualquier dispositivo de autoservicio que entregue productos o mercancías sin necesidad de volver a llenar el dispositivo entre cada operación de expendio y cuyo diseño exija la inserción de monedas, billetes, fichas, tarjetas, claves o reciba pago por otros medios.

> **Nota**: Para mayor información, véase la norma ANSI/UL 541-2005, Standard for Refrigerated Vending Machines, o la ANSI/ UL 751-2005, Standard for Vending Machines.

422.52 Surtidores eléctricos de agua potable. Los surtidores eléctricos de agua potable deben tener protección con interruptor del circuito contra fallas a tierra.

V. Marcado

422.60 Placa de características.

(A) Marcado de la placa de características. Cada electrodoméstico debe tener una placa de características en la que aparezca el nombre de identificación y los valores nominales en voltios y amperios, o en voltios y watts. Si el electrodoméstico se va a utilizar a una frecuencia o frecuencias específicas, también deben aparecer en la placa.
Cuando se exija una protección externa al electrodoméstico contra sobrecarga del motor, el electrodoméstico debe ser marcado así.

> **Nota**. Para los requisitos de protección contra sobrecorriente, véase la sección 422.11.

(B) Visibilidad. Las marcas deben estar ubicadas de modo que sean visibles o fácilmente accesibles después de la instalación.

422.61 Marcado de los elementos calefactores. Todos los elementos calefactores de más de 1 ampere nominal, reemplazables en campo y que formen parte de un electrodoméstico, deben estar marcados claramente con sus valores nominales en voltios y amperios, o en voltios y watts, o con

el número de la parte fabricante.

422.62 Electrodomésticos que constan de motores y otras cargas.

(A) Marcado de los caballos de fuerza en la placa de características. Cuando la placa de características de un electrodoméstico accionado por motor incluya el valor nominal en caballos de fuerza, dicho valor no debe ser inferior al valor nominal en caballos de fuerza en la placa de características del motor. Cuando un electrodoméstico consta de múltiples motores o de uno o más motores y otras cargas, el valor de la placa de características no debe ser inferior al equivalente en caballos de fuerza de las cargas combinadas, calculado de acuerdo con la sección 430.110 (C) (1).

(B) Marcado adicional en la placa de características. Los electrodomésticos diferentes de aquellos equipados en fábrica con cordones y clavijas de conexión y con placas de características acordes con la sección 422.60, se deben marcar de acuerdo con la sección 422.62 (B) (1) o (B) (2).

(1) Marcado. Además del marcado exigido en la sección 422.60, la marca de un electrodoméstico que consta de un motor con otra(s) carga(s) o motores con o sin otra(s) carga(s), debe especificar el valor de corriente mínima del conductor del circuito de alimentación y ampacidad máxima del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito. Este requisito no se aplicará a los electrodomésticos que tengan placa de características de acuerdo con la sección 422.60, cuando tanto la ampacidad mínima del conductor del circuito de alimentación como el valor nominal máximo del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito no son de más de 15 amperios.

(2) Método de marcado alternativo. Se permitirá un método de marcado alternativo que especifique el valor nominal del motor más grande en voltios y amperios, y la(s) carga(s) adicional(es) en voltios y amperios, o en voltios y watts además del marcado exigido en la Sección 422.60. Se permitirá omitir el valor nominal de corriente en amperios de un motor de 1/8 de caballo de fuerza o menos, o una carga diferente de la de un motor, de 1 ampere o menos, a menos que tales cargas constituyan la carga principal.

ARTÍCULO 424
Equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente

I. Generalidades

424.1 Alcance. Este Artículo trata sobre los equipos eléctricos fijos utilizados para calefacción de ambiente. Para el propósito de este artículo, estos equipos de calefacción deben incluir cables de calefacción, unidades calentadoras, calderas, sistemas centrales u otros equipos eléctricos fijos aprobados para calefacción de ambiente. Este artículo no se debe aplicar a calefacción de procesos ni al aire acondicionado de recintos.

424.2 Otros Artículos. Los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente que incorpore un motocompresor hermético con refrigerante, también deben cumplir con el Artículo 440.

424.3 Circuitos ramales.

(A) Requisitos de los circuitos ramales. Se permitirán circuitos ramales individuales para alimentar equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente de cualquier tamaño.

Los circuitos ramales que alimenten dos o más salidas de equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente, deben ser de 15, 20, 25 ó 30 amperios nominales. En ocupaciones diferentes de los residenciales, se permitirá que los equipos fijos de calefacción por rayos infrarrojos estén alimentados por circuitos ramales de 50 amperios como máximo.

(B) Dimensionado de los circuitos ramales. Los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente se deben considerar como cargas continuas.

424.6 Equipo listado. Los calentadores eléctricos de pared, los cables de calefacción, los calentadores de ductos y los sistemas de calefacción radiante deben estar listados y etiquetados.

II. Instalación

424.9 Generalidades. Todos los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente deben estar instalados de una manera aprobada.

Se permitirá utilizar calentadores eléctricos de pared instalados permanentemente y equipados con salidas para receptáculos instalados en fábrica o salidas instaladas como un ensamble listado separado, en lugar de la(s) salida(s) de receptáculo exigida en la sección 210.50 (B). Dichas salidas de receptáculo no deben estar conectadas a los circuitos de los calentadores.

> **Nota**. Los calentadores de pared listados incluyen instrucciones que pueden prohibir su instalación bajo salidas para receptáculo.

424.10 Permiso especial. Los equipos y sistemas eléctricos fijos para calefacción de ambiente instalados por métodos diferentes a los presentados en este artículo, se permitirán solamente mediante permiso especial.

424.11 Conductores de alimentación. Los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente que requieran conductores de alimentación con aislamiento de más de 60° C, deben estar así marcados

en una forma clara y permanente. Estas marcas deben ser visibles claramente después de la instalación y se permitirá que estén adyacentes a la caja de conexiones en el terreno.

424.12 Lugares

(A) Expuestos a daños físicos. Cuando los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente estén expuestos a daños físicos, se deben proteger de una manera aprobada.

(B) Lugares húmedos o mojados. Los calentadores y equipos relacionados instalados en lugares húmedos o mojados deben estar listados para esos lugares y estar construidos e instalados de modo que el agua u otros líquidos no entren ni se acumulen dentro o sobre las secciones con alambrado, los componentes eléctricos o las canalizaciones.

Nota 1: Para equipos expuestos a agentes deteriorantes, véase la sección 110.11.

Nota 2: Para equipos en áreas alrededor de piscinas, véase la sección 680.27 (C).

424.13 Separación de materiales combustibles. Los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente deben instalarse dejando el espacio exigido entre los equipos y los materiales combustibles adyacentes, a menos que estén listados para instalación en contacto directo con material combustible.

III. Control y protección de los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente

424.19 Medios de desconexión. Para todos los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente, se deben instalar medios para desconectar simultáneamente el calentador, el (los) controlador(es) de motor y demás dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente, de todos los conductores no puestos a tierra. Cuando el equipo de calefacción esté alimentado por más de una fuente, los medios de desconexión se deben agrupar y marcar. Los medios de desconexión que se especifican en las secciones 424.19 (A) y (B) deben tener un valor nominal en amperios que no sea inferior al 125 por ciento de la carga total de los motores y los calentadores. El medio para bloquear o agregar un bloqueo al medio de desconexión se debe instalar sobre o en el interruptor o interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su sitio con o sin el candado instalado.

(A) Equipo de calefacción con protección complementaria contra sobrecorriente. El medio de desconexión del equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente con protección complementaria contra sobrecorriente debe estar al alcance de la vista desde el(los) dispositivo(s) complementario(s) de protección contra sobrecorriente, en el lado de alimentación de dichos dispositivos, si fueran fusibles y, además, debe cumplir con lo establecido en las secciones 424.19 (A) (1) o (A) (2).

(1) Calentador que no tenga motor de más de 1/8 de caballo de fuerza. Se permitirá que los anteriores medios de desconexión o interruptores unitarios que cumplan lo establecido en la sección 424.19 (C), sirvan como los medios de desconexión exigidos tanto para el controlador o controladores del motor como para el calentador, bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) El medio de desconexión proporcionado está también al alcance de la vista desde el controlador o controladores del motor y del

calentador.

(2) El medio de desconexión proporcionado se puede bloquear en posición abierta.

(2) Calentador con motor(es) de más de 1/8 de caballo de fuerza. Se permitirá que el medio de desconexión arriba mencionado sirva como el medio de desconexión exigido tanto para el controlador o controladores del motor como para el calentador, por alguno de los siguientes medios:

(1) Cuando el medio de desconexión está al alcance de la vista desde el(los) controlador(es) del motor y del calentador.

(2) Cuando el medio de desconexión no está al alcance de la vista desde el calentador, se debe instalar un medio de desconexión independiente, o el medio de desconexión se debe poder bloquear en posición abierta, o se permitirá utilizar interruptores unitarios que cumplan lo establecido en la sección 424.19 (C).

(3) Si el medio de desconexión no está al alcance de la vista desde la ubicación del controlador del motor, se debe instalar un medio de desconexión que cumpla lo establecido en la sección 430.102.

(4) Si el motor no está al alcance de la vista desde la ubicación del controlador del motor, se debe aplicar lo establecido en la sección 430.102 (B).

(B) Equipo de calefacción sin protección complementaria contra sobrecorriente.

(1) Sin motor o con motor no mayor de 1/8 de caballo de fuerza. En los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente sin motor de más de 1/8 de caballo de fuerza nominales, se permitirá que el interruptor automático o interruptor del circuito ramal sirvan como medio de desconexión si dicho interruptor o interruptor automático está al alcance de la vista desde el calentador o se puede bloquear en posición abierta.

(2) Con motor mayor de 1/8 de caballo de fuerza. En los equipos eléctricos para calefacción de ambiente accionados por motor de más de 1/8 de caballo de fuerza, debe haber un medio de desconexión ubicado al alcance de la vista desde el controlador del motor, o se permitirá que cumpla con los requisitos de la sección 424.19 (A) (2).

(C) Interruptor(es) unitario(s) como medios de desconexión. Se permitirá utilizar como medios de desconexión exigidos en este artículo, interruptor(es) unitario(s) que son parte del calefactor fijo marcado(s) con la posición de "apagado" que desconecten todos los conductores no puestos a tierra, cuando haya instalados otros medios de desconexión en los tipos de ocupaciones de las secciones 424.19 (C) (1) hasta (C)(4).

(1) Viviendas multifamiliares. En las viviendas multifamiliares, el otro medio de desconexión debe estar dentro de la unidad de vivienda o en el mismo piso que la unidad de vivienda en la cual esté instalado el calentador fijo y se permitirá que también sirvan para controlar las lámparas y electrodomésticos.

(2) Viviendas bifamiliares. En las viviendas bifamiliares se permitirá que el otro medio de desconexión esté dentro o fuera de la unidad de vivienda en la que esté instalado el calentador fijo. En este caso se permitirá instalar un interruptor o interruptor automático individual para la vivienda, que también puede servir para controlar las lámparas y electrodomésticos.

(3) Viviendas unifamiliares. En las viviendas unifamiliares se permitirá que el otro medio de desconexión sea el medio de desconexión de la acometida.

(4) Otras ocupaciones. En otras ocupaciones, se permitirá que el medio de desconexión sea el interruptor o interruptor automático del circuito ramal, siempre que sea fácilmente accesible cuando haya que dar servicio al calentador fijo.

424.20 Dispositivos de desconexión controlados por termostato.

(A) Que funcionan como controladores y como medios de desconexión. Se permitirá que los dispositivos de desconexión controlados por termostato y las combinaciones de termostatos con interruptores controlados manualmente, sirvan al mismo tiempo como controladores y como medios de desconexión, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Que tengan marcada su posición de apagado "off".

(2) Que, cuando se pongan manualmente en la posición de apagado "off" abran directamente todos los conductores no puestos a tierra.

(3) Que estén diseñados de modo que el circuito no se pueda energizar automáticamente una vez que el dispositivo ha sido puesto manualmente en la posición de apagado "off".

(4) Que estén ubicados tal como se indica en la sección 424.19.

(B) Termostatos que no interrumpen directamente todos los conductores no puestos a tierra. No se exigirá que los termostatos que no interrumpen directamente todos los conductores no puestos a tierra y los termostatos que accionan circuitos a control remoto cumplan los requisitos de la sección 424.20 (A). Estos dispositivos no se permitirán como los medios de desconexión.

424.21 Interruptores e interruptores automáticos indicadores. Los interruptores e interruptores automáticos usados como medios de desconexión, deben ser del tipo indicador.

424.22 Protección contra sobrecorriente.

(A) Dispositivos para circuitos ramales. Se permitirá que los equipos eléctricos para calefacción de ambiente que no estén accionados por motor, y que según se exige en los Artículos 430 y 440, tengan protección adicional contra sobrecorriente, estén protegidos contra sobrecorriente cuando

estén alimentados por uno de los circuitos ramales referidos en el Artículo 210.

(B) Elementos de resistencia. Los elementos calefactores tipo resistencia de los equipos eléctricos para calefacción de ambiente, deben estar protegidos a no más de 60 amperios. Los equipos de más de 48 amperios nominales que utilicen estos elementos, deben tener los elementos calefactores subdivididos, y cada carga subdividida no debe exceder los 48 amperios. Cuando una carga subdividida es menor a 48 amperios, el valor nominal del dispositivo complementario de protección contra sobrecorriente debe cumplir lo establecido en la sección 424.3 (B). Se permitirá que una caldera que emplea elementos calefactores por inmersión de tipo resistencia, contenidos en un recipiente clasificado y marcado por ASME, cumpla con la sección 424.72 (A).

(C) Dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente para las cargas subdivididas que se especifican en la sección 424.22 (B) deben: (1) estar instalados en fábrica dentro o sobre el gabinete del calefactor o el fabricante del calefactor los debe suministrar para su uso con el calefactor como un ensamble separado; (2) ser accesibles, aunque no necesariamente con facilidad; y (3) ser adecuados para la protección del circuito ramal.

NOTA: Véase la sección 240.10.

Cuando esta protección contra sobrecorriente se realice mediante fusibles de cartucho, se permitirá utilizar un solo medio de desconexión para las distintas cargas subdivididas.

NOTA 1: Para la protección complementaria contra sobrecorriente, véase la sección 240.10.

NOTA 2: Para los medios de desconexión para fusibles de cartuchos en circuitos de cualquier tensión, véase la sección 240.40.

(D) Conductores del circuito ramal. Los conductores que alimentan los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente, se deben considerar conductores del circuito ramal.

Cuando los calentadores sean de 50 kW nominales o más, se permitirá que los conductores que alimentan los dispositivos de protección contra sobrecorriente complementarios especificados en la sección 424.22 (C) estén dimensionados para el 100 por ciento como mínimo del valor nominal del calentador indicada en su placa de características, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

(1) Que el calentador esté marcado con el calibre mínimo del conductor.

(2) Que los conductores no sean de calibre inferior al mínimo marcado.

(3) Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura.

(E) Conductores para cargas subdivididas. Los conductores alambrados en sitio entre el calentador y los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente, deben dimensionarse para

mínimo el 125 por ciento de las cargas alimentadas. Los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente especificados en la sección 424.22 (C) deben proteger estos conductores, según lo que establece la sección 240.4.

Cuando los calentadores sean de 50 kW nominales o más, se permitirá que la ampacidad de los conductores alambrados en sitio, entre el calentador y los dispositivos de protección contra sobrecorriente complementarios sea por lo menos de 100 por ciento de la carga de sus circuitos subdivididos respectivos, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

(1) Que el calentador esté marcado con el calibre mínimo del conductor.

(2) Que los conductores no sean de calibre inferior al mínimo marcado.

(3) Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo accionado por temperatura.

IV. Marcado de los equipos de calefacción.

424.28 Placa de características.

(A) Marcado exigido. Cada unidad del equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente debe tener una placa de características con un nombre de identificación y su valor nominal en voltios y watts o en voltios y amperios.

Los equipos eléctricos para calefacción de ambiente proyectados para conectarlos únicamente a corriente continua o únicamente a corriente alterna, deben estar marcados para indicarlo así. En los equipos que incorporen motores de más de 1/8 de caballo de fuerza y otras cargas, el marcado debe especificar el valor nominal del motor en voltios, amperios y frecuencia, y la carga de calefacción en voltios y watts o en voltios y amperios.

(B) Ubicación. La placa de características debe estar ubicada de modo que sea visible o fácilmente accesible después de la instalación.

424.29 Marcado de los elementos de calefacción. Todos los elementos de calefacción que se puedan reemplazar en sitio y formen parte del calentador eléctrico, deben tener marcas legibles con valores nominales en voltios y watts, o en voltios y amperios.

V. Cables para calefacción eléctrica de ambiente

424.34 Construcción de los cables para calefacción. Los cables para calefacción se deben suministrar completos con las puntas de los cables no calefactores ensamblados en fábrica, de mínimo 2.1 m (7 pies) de longitud.

424.35 Marcado de los cables de calefacción. Cada unidad debe estar marcada con el nombre o símbolo de identificación, el número de catálogo y su valor nominal en voltios y watts, o en voltios y amperios.
Cada tramo de cable de calefacción debe tener una marca permanente y legible en cada punta no calefactora, a una distancia no mayor de 75 mm (3 pulgadas) de su extremo.
La punta del alambre debe estar identificada con los siguientes colores, para indicar la tensión del

circuito en la que se va a utilizar:

(1) 120 voltios nominales – amarillo
(2) 208 voltios nominales -- azul
(3) 240 voltios nominales -- rojo
(4) 277 voltios nominales -- marrón
(5) 480 voltios nominales -- naranja.

424.36 Distancia del alambrado en el cielo raso. El alambrado ubicado encima de cielo rasos con calefacción debe estar a una distancia por encima del cielo raso no inferior a 50 mm (2 pulgadas) y se debe considerar que opera a una temperatura ambiente de 50° C (122° F). La ampacidad de los conductores se debe calcular con base en los factores de corrección aplicables presentados en las tablas de ampacidad de 0 a 2000 voltios del Artículo 310. Si este alambrado está localizado sobre un aislamiento térmico con un espesor mínimo de 50 mm (2 pulgadas), no se exigirá corrección por temperatura.

424.38 Restricciones de área.

(A) No deben extenderse más allá del cuarto o área. Los cables de calefacción no deben extenderse más allá del cuarto o área en el que se originan.

(B) Usos prohibidos. No se permitirá instalar cables de calefacción:

(1) En armarios de ropa.
(2) Sobre paredes.
(3) Sobre divisiones que se extiendan hasta el cielo raso, a menos que sean tramos unitarios separados de cable empotrado.
(4) Sobre gabinetes cuya distancia hasta el cielo raso sea menor que la dimensión mínima horizontal del gabinete hasta el borde más próximo del gabinete que esté abierto hacia el cuarto o área.

(C) En los cielo rasos de armarios de ropa, como fuentes de calefacción de baja temperatura para controlar la humedad relativa. Las disposiciones de la sección 424.38 (B) no deben evitar el uso de cables en los cielo rasos de los armarios de ropa como fuentes de calefacción de baja temperatura para controlar la humedad relativa, siempre que se utilicen sólo en las partes del cielo raso que no estén obstruidas hasta el piso por anaqueles u otras luminarias permanentes.

424.39 Distancia de otros objetos y aberturas. Los elementos calefactores de los cables deben estar separados por lo menos 200 mm (8 pulgadas) del borde de las cajas de salida y de las cajas de empalme que se vayan a utilizar para montar luminarias en superficie. Se debe dejar una distancia no inferior a 50 mm (2 pulgadas) desde las luminarias empotradas y sus acabados, aberturas de ventilación y otras aberturas similares en la superficie del cuarto. Debe dejarse espacio suficiente para asegurar que ningún cable de calefacción quede cubierto por alguna unidad de montaje superficial.

424.40 Empalmes. Los cables empotrados sólo se deben empalmar cuando sea necesario y exclusivamente por medios aprobados, y en ningún caso se debe alterar la longitud del cable de calefacción.

424.41 Instalación de cables de calefacción en paneles de madera enyesada, en yeso y en cielos rasos de concreto.

(A) En paredes. Los cables de calefacción no se deben instalar en paredes, a menos que sea necesario instalar un solo tramo de cable separado, sobre una superficie vertical para alcanzar un cielo raso suspendido.

(B) Tramos adyacentes. Los tramos adyacentes de cable que no excedan los 9 watts/m (2 ¾ watts/pie), no se deben instalar a una distancia menor de 38 mm (1 ½ pulgada) entre sus centros.

(C) Superficies a las que se aplican. Los cables de calefacción sólo se deben aplicar sobre panel de yeso, tiras con revestimiento de yeso u otros materiales resistentes al fuego. Con tiras metálicas u otras superficies conductoras de electricidad se debe aplicar una capa de yeso para separar completamente la tira metálica o superficie conductora del cable.

NOTA. Véase también la sección 424.41 (F).

(D) Empalmes. Todos los cables de calefacción, el empalme entre el cable de calefacción y la punta no calefactora y, mínimo 75 mm (3 pulgadas) de punta no calefactora, deben estar empotrados en el yeso o en el panel de madera enyesado, de la misma manera que el cable de calefacción.

(E) Superficie del cielo raso. Toda la superficie del cielo raso debe tener un terminado estucado térmicamente no aislante, de un espesor nominal de 13 mm (½ pulgada) u otro material no aislante identificado como adecuado para este uso y aplicado de acuerdo con el espesor e instrucciones especificadas.

(F) Aseguramiento. Los cables deben estar asegurados por medio de grapas, cinta, yeso, separadores no metálicos u otros medios aprobados, a intervalos no superiores a 400 mm (16 pulgadas) o a intervalos que no excedan 1.8 m (6 pies) para cables identificados para este uso. Las grapas o sujetadores metálicos que rodeen el cable no se deben utilizar sobre tiras metálicas u otras superficies conductoras de electricidad.

(G) Instalación en paneles de madera enyesada. En las instalaciones en paneles de madera enyesada, todo el cielo raso bajo el cable de calefacción debe estar cubierto por un panel de yeso de máximo 13 mm (½ pulgada) de espesor. El espacio que quede entre la capa superior del panel de yeso, de las tiras de yeso u otro material resistente al fuego y la capa superficial del panel de yeso, se debe rellenar completamente con yeso que no se contraiga y que sea térmicamente conductor o con otro material aprobado de conductividad térmica equivalente.

(H) Libres de contacto con superficies conductoras. Los cables se deben mantener libres de contactos con superficies metálicas u otras superficies conductoras de electricidad.

(I) Vigas. En aplicaciones con paneles de madera enyesada, el cable se debe instalar paralelo a la viga, dejando un espacio centrado de 65 mm (2 ½ pulgadas) de ancho bajo la viga, entre los centros de los tramos de cables adyacentes. Se debe colocar una capa superficial de panel de yeso para que los clavos u otros medios de fijación no perforen el cable de calefacción.

(J) Cruzamiento de vigas. Los cables sólo deben cruzar las vigas en los extremos del cuarto, a menos que se exija que el cable cruce las vigas en otros sitios, para satisfacer las instrucciones del fabricante que se evite colocar el cable demasiado cerca de los huecos del cielo raso o de las luminarias.

424.42 Acabado de los cielos rasos. Los cielos rasos no se deben cubrir con paneles o vigas decorativas construidos de materiales térmicamente aislantes, tales como madera, fibra o plástico. Se permitirá hacer el acabado de los cielos rasos con pintura, papel tapiz u otro acabado aprobado.

424.43 Instalación de las puntas no calefactores de los cables.

(A) Puntas libres no calefactores. Las puntas libres no calefactores de los cables se deben instalar de acuerdo con los métodos de alambrado aprobados, desde la caja de empalme hasta el lugar donde vayan dentro del cielo raso. Se permitirá que estas instalaciones sean conductores individuales en canalizaciones aprobadas, conductores individuales o múltiples de los tipos UF, NMC o MI u otros conductores aprobados.

(B) Puntas en cajas de empalme. Dentro de la caja de empalme, las puntas libres no calefactores deben tener una longitud no inferior a 150 mm (6 pulgadas). El marcado de las puntas debe ser visible en la caja de empalmes.

(C) Puntas sobrantes. La longitud sobrante de las puntas no calefactoras del cable de calefacción, no se debe cortar, sino que se debe sujetar en la parte inferior del cielo raso y se debe cubrir con yeso u otro material aprobado, dejando sólo un tramo suficiente para que llegue a la caja de empalme, con una longitud no inferior a 150 mm (6 pulgadas) dentro de la caja.

424.44 Instalación de cables en pisos vaciados de concreto o mampostería.

(A) Watts por metro lineal (pie lineal). Los cables de calefacción de watts constantes no deben exceder los 54 watts/ metro lineal (16 ½ watts/pie lineal) de cable.

(B) Separación entre tramos adyacentes. La separación entre tramos adyacentes de cable no debe ser inferior a 25 mm (1 pulgada) entre centros.

(C) Asegurados en su sitio. Los cables se deben asegurar en su sitio una vez instalados, mediante bastidores o separadores no metálicos u otros medios aprobados, mientras se aplica el concreto u otro acabado.
No se deben instalar cables que formen un puente a través de juntas de expansión, a no ser que estén protegidos contra la dilatación y la contracción.

(D) Separación entre el cable de calefacción y las partes metálicas empotradas en el piso. Se debe mantener una distancia suficiente entre el cable de calefacción y otras partes metálicas empotradas en el piso, a menos que el cable esté blindado y esté puesto a tierra.

(E) Puntas protegidas. En los puntos donde las puntas salgan del piso, se deben proteger mediante conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit rígido no metálico, tubería eléctrica metálica o por otros medios aprobados.

(F) Adaptadors o accesorios aprobados. Cuando los terminales salgan del piso a través de una baldosa, se deben utilizar adaptadors o accesorios aprobados.

(G) Protección con interruptores del circuito contra fallas a tierra. La protección para el personal con interruptores del circuito contra fallas a tierra, se debe suministrar para los cables instalados en pisos con calefacción eléctrica en cuartos de baño y los lugares de tinas para hidromasajes.

424.45 Inspección y pruebas. La instalación de los cables se deben hacer con el debido cuidado para evitar daños a los ensambles de cables y se deben inspeccionar y aprobar antes de ocultarlos o cubrirlos.

VI. Calentadores en ductos

424.57 Generalidades. La Parte VI se debe aplicar a cualquier calentador montado en la corriente de aire de un sistema de ventilación forzada, cuando la unidad de desplazamiento del aire no forme parte integral del equipo.

424.58 Identificación. Los calentadores instalados en ductos de aire deben estar identificados como adecuados para ese tipo de instalación.

424.59 Flujo de aire. Se deben instalar medios adecuados que aseguren un flujo de aire uniforme y adecuado sobre la parte frontal del calentador, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

> **NOTA**: Los calentadores instalados a una distancia no mayor de 1.2 m (4 pies) de la salida de un dispositivo de desplazamiento de aire, bomba de calor, aire acondicionado, codos, deflectores u otros obstáculos que haya en los ductos de aire, pueden requerir de aspas giratorias, placas de presión u otros dispositivos en el lado de la entrada del calentador en el ducto, para asegurar una distribución uniforme del aire sobre la parte frontal del calefactor.

424.60 Temperatura de entrada elevada. Los calentadores en ductos que estén proyectados para su uso con aire de entrada a elevada temperatura, deben estar identificados como adecuados para uso a esas temperaturas.

424.61 Instalación de calentadores en ductos con bombas de calor y equipos de aire acondicionado. Las bombas de calor y equipos de aire acondicionado con calentadores en ductos ubicados a menos de 1.2 m (4 pies) de la bomba de calor o del equipo de aire acondicionado, deben estar identificados tanto el calefactor en ductos, como la bomba de calor o el equipo de aire acondicionado, como adecuados para dicho tipo de instalaciones y deben estar así marcados.

424.62 Condensación. Los calentadores en ductos utilizados con equipos de acondicionamiento de aire u otros equipos de refrigeración del aire que puedan producir condensación de la humedad, deben estar identificados como adecuados para uso con equipos de aire acondicionado.

424.63 Enclavamiento con el circuito del ventilador. Se deben proporcionar los medios para asegurar que el circuito del ventilador se energice cuando se energice el circuito de cualquier calentador. No obstante, se permitirá instalar dispositivos de retardo para la energización del motor del ventilador, controlados por tiempo o por temperatura.

424.64 Controles de límites. Todos los calentadores en ductos deben tener un(os) control(es) integrado(s) y aprobado(s) de limitación de temperatura con reposición automática, para desenergizar el circuito o circuitos.

Además, todos los calentadores en ductos deben tener uno o varios dispositivos de control integrados, independientes y complementarios, que desconecten un número suficiente de

conductores para interrumpir el flujo de corriente. Este dispositivo debe ser de reposición manual o reemplazable.

424.65 Ubicación de los medios de desconexión. El equipo de control de los calentadores en ductos debe ser accesible, con un medio de desconexión instalado en el controlador o al alcance de la vista desde el mismo, o tal como se permite en la sección 424.19 (A).

424.66 Instalación. Los calentadores en ductos se deben instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante y de un modo tal que su funcionamiento no cree peligro para las personas o la propiedad. Además, los calentadores en ductos deben estar ubicados con respecto a los elementos de la construcción del edificio y otros equipos, de modo que permitan el acceso al calentador. Se debe dejar espacio suficiente para reemplazar los elementos de control y de calefacción, y para ajustar y limpiar los controles y otras partes que requieran dicha atención. Véase la sección 110.26.

> **NOTA**: Para información adicional sobre la instalación, véanse los documentos Standard for the Installation of Air Conditioning and Ventilating systems, NFPA 90A-2002 y Standard for the Installation of Warm Air Heating and Air Conditioning Systems, NFPA 90B-2006.

VII. Calderas del tipo con resistencia

424.70 Alcance. Las disposiciones de la Parte VII de este artículo se deben aplicar a las calderas cuyos elementos de calefacción sean de tipo resistencia. No se debe considerar que las calderas del tipo con electrodos empleen elementos calefactores del tipo con resistencia. Véase la Parte VIII de este artículo.

424.71 Identificación. Las calderas del tipo con resistencia deben estar identificadas como adecuadas para su instalación.

424.72 Protección contra sobrecorriente.

(A) Calderas que emplean elementos calefactores por inmersión de tipo resistencia en un recipiente clasificado y marcado ASME. Una caldera con elementos calefactores por inmersión de tipo resistencia en un recipiente clasificado y marcado ASME, debe tener los elementos calefactores protegidos a 150 amperios como máximo. Si esa caldera tiene un valor nominal superior a 120 amperios, debe tener los elementos calefactores subdivididos en cargas que no excedan los 120 amperios.

Cuando una carga subdividida sea menor a 120 amperios, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe cumplir lo establecido en la sección 424.3 (B).

(B) Calderas que emplean elementos calefactores de tipo resistencia de más de 48 amperios y no contenidos en recipientes clasificados y marcados ASME. Una caldera con elementos calefactores de tipo resistencia no contenidos en un recipiente clasificado y marcado ASME, debe tener los elementos calefactores protegidos a 60 amperios como máximo. Si esa caldera tiene un valor nominal superior a 48 amperios, debe tener los elementos calefactores subdivididos en cargas que no excedan los 48 amperios.

Cuando una carga subdividida sea menor a 48 amperios, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe cumplir lo establecido en la sección 424.3 (B).

(C) Dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente para las cargas subdivididas a las que hacen referencia las secciones 424.72 (A) y (B) deben ser:

(1) Instalados en fábrica dentro o sobre el envolvente de la caldera o suministrados como un ensamble separado por el fabricante de la caldera.

(2) Accesibles, pero no es necesario que lo sea fácilmente. (3) Adecuados para la protección del circuito ramal.

Cuando esta protección contra sobrecorriente se haga por medio de fusibles de cartucho, se permitirá instalar un solo medio de desconexión para varios de los circuitos subdivididos. Véase la sección 240.40.

(D) Conductores que alimentan los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente. Los conductores que alimentan estos dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente, se deben considerar como conductores del circuito ramal.

En calentadores de 50 kW nominales o más, se permitirá que los conductores que alimentan el dispositivo de protección contra sobrecorriente especificados en la sección 424.72(C) estén dimensionados como mínimo para el 100 por ciento del valor nominal de la placa de características del calentador, siempre y cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Que el calefactor esté marcado con el calibre mínimo de los conductores.

(2) Que los conductores no sean de un calibre inferior al mínimo marcado, y

(3) Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura o presión.

(E) Conductores para las cargas subdivididas. Los conductores alambrados en sitio, entre el calentador y los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente, deben estar dimensionados a no menos del 125 por ciento de la carga alimentada. Los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente especificados en la sección 424.72 (C) deben proteger estos conductores, de acuerdo con la sección 240.4.

Cuando los calentadores estén clasificados para 50 kW nominales o más, se permitirá que la ampacidad de los conductores alambrados en sitio entre el calentador y los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente sea como mínimo del 100 por ciento de la carga de los respectivos circuitos subdivididos, siempre y cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Que el calefactor esté marcado con el calibre mínimo de los conductores.

(2) Que los conductores no sean de un calibre inferior al mínimo marcado, y

(3) Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura.

424.73 Control del límite de sobrecalenamiento. Todas las calderas diseñadas de modo que en funcionamiento normal no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, deben estar equipadas con medios de limitación sensibles a la temperatura. Se deben instalar para que limiten la temperatura máxima del líquido y que desconecten directa o indirectamente todos los conductores no puestos a tierra de los elementos calefactores. Dichos medios deben ser adicionales al sistema regulador de la temperatura y a cualquier otro dispositivo que proteja al tanque contra la presión excesiva.

424.74 Control del límite de sobrepresión. Todas las calderas diseñadas de modo que en funcionamiento normal se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, de líquido a vapor, deben estar equipadas con medios de limitación sensibles a la presión. Se deben instalar para limitar la presión máxima y deben desconectar directa o indirectamente todos los conductores no puestos a tierra de los elementos calefactores. Dichos medios deben ser adicionales al sistema de regulación de presión y a cualquier otro dispositivo que proteja al tanque contra la presión excesiva.

VIII. Calderas del tipo con electrodos.

424.80 Alcance. Las disposiciones de la Parte VIII de este artículo se deben aplicar a las calderas que funcionen a 600 voltios nominales o menos, y en las que el calor se genera por el paso de corriente entre electrodos a través del líquido que se calienta.

NOTA. Para calderas de más de 600 voltios, véase la Parte V del Artículo 490.

424.81 Identificación. Las calderas del tipo con electrodos deben estar identificadas como adecuadas para su instalación.

424.82 Requisitos de los circuitos ramales. El calibre de los conductores del circuito ramal y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente se debe calcular con base en el 125 por ciento de la carga total (sin incluir motores). Se permitirá que un contactor, relé u otro dispositivo aprobado para su funcionamiento continuo al 100 por ciento del valor nominal, alimente su carga total nominal especificada. Véase la sección 210.19 (A), Excepción. Las disposiciones de esta sección no se aplican a los conductores que formen parte integral de una caldera aprobada.

Cuando una caldera de electrodos está clasificada para 50 kW nominales o más, se permitirá que los conductores que alimentan el(los) electrodo(s) de la caldera estén dimensionados como mínimo para el 100 por ciento del valor nominal de la placa de características de la caldera de electrodos, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Que la caldera de electrodos esté marcada con el calibre mínimo de los conductores.

(2) Que los conductores no sean de un calibre inferior al mínimo marcado, y

3) Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura o presión.

424.83 Control del límite de sobrecalenamiento. Todas las calderas diseñadas de modo que en funcionamiento normal no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, deben estar equipadas con medios de limitación sensibles a la temperatura. Se deben instalar para que limiten la temperatura máxima del líquido y que interrumpan directa o indirectamente todo el flujo de corriente eléctrica a través de los electrodos. Dichos medios deben ser adicionales al sistema de regulación de la temperatura y a cualquier otro dispositivo que proteja el tanque contra la presión excesiva.

424.84 Control del límite de sobrepresión. Todas las calderas, diseñadas para que en funcionamiento normal se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, de líquido a vapor, deben estar equipadas con un medio de limitación sensible a la presión. Se deben instalar para limitar la presión máxima y deben interrumpir directa o indirectamente todo el flujo de corriente eléctrica a través de los electrodos. Dichos medios deben ser adicionales al sistema de regulación de presión y a cualquier otro dispositivo que proteja el tanque contra la presión excesiva.

424.85 Puesta a tierra. En las calderas diseñadas de modo que las corrientes de falla no pasen a través del recipiente a presión y que el recipiente a presión esté eléctricamente separado de los electrodos, todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente, incluido el recipiente a presión y las tuberías de suministro y de retorno, deben estar puestos a tierra.

En todos los demás diseños, el recipiente a presión que contenga los electrodos debe estar separado físicamente y aislado eléctricamente de tierra.

424.86 Marcado. Todas las calderas del tipo con electrodos deben tener marcas que indiquen:

(1) El nombre del fabricante.

(2) Valores nominales en voltios, amperios y kilowatts.

(3) El suministro eléctrico necesario, especificando la frecuencia, número de fases y de alambres.

(4) El marcado "Caldera del tipo con electrodos".

(5) Una advertencia que indique: "Antes de efectuar servicio a la caldera, incluido el recipiente a presión, se deben desconectar todas sus fuentes de alimentación".

La placa de características debe estar ubicada de modo que quede visible después de la instalación.

IX. Paneles eléctricos de calefacción radiante y conjuntos de paneles de calefacción

424.90 Alcance. Las disposiciones de la Parte IX de este artículo se deben aplicar a los paneles de calefacción radiante y a los conjuntos de paneles de calefacción.

424.91 Definiciones.

Panel de calefacción. Ensamble completo equipado con una caja de empalmes o un tramo de conduit flexible para su conexión a un circuito ramal.

Conjunto de paneles de calefacción. Conjunto rígido o no rígido dotado de terminales no calefactores o de un ensamble terminal de unión, identificado como adecuado para su conexión a un sistema de alambrado.

424.92 Marcado.

(A) Ubicación. Las marcas deben ser permanentes y deben estar en un lugar que sea visible antes de aplicar el acabado a los paneles.

(B) Identificados como adecuados. Todos los paneles deben estar identificados como adecuados para la instalación.

(C) Marcado exigido. Cada unidad debe ir marcada con un nombre o símbolo de identificación, número de catálogo y su valor nominal en voltios y watts, o en voltios y amperios.

(D) Etiquetas suministradas por el fabricante. Los fabricantes de los paneles o conjuntos de paneles de calefacción deben suministrar etiquetas de marcado, que indiquen que la instalación para calefacción de ambiente contiene paneles o conjuntos de paneles de calefacción e instrucciones para fijar las etiquetas en los paneles de distribución, con el fin de identificar los circuitos ramales que alimentan los circuitos de las instalaciones para calefacción de ambiente. Si las instalaciones de los paneles de calefacción y de los conjuntos de paneles son visibles y se distinguen después de su instalación, no se exigirá suministrar las etiquetas ni fijarlas en los paneles de distribución.

424.93 Instalación.

(A) Generalidades.

(1) Instrucciones del fabricante. Los paneles de calefacción y los conjuntos de paneles de calefacción se deben instalar siguiendo las instrucciones del fabricante.

(2) Lugares no permitidos. La parte calefactora no debe:

(1) Instalarse en o detrás de superficies en las que pueda estar sometida a daños físicos.

(2) Instalarse a través o sobre paredes, divisiones, alacenas o partes similares de estructuras que lleguen hasta el cielo raso.

(3) Instalarse en aislamientos térmicos o a través de ellos, pero se permitirá que estén en contacto con la superficie de un aislamiento térmico.

(3) Separación de las salidas para luminarias. Los bordes de los paneles y conjuntos de paneles deben estar separados una distancia no menor de 200 mm (8 pulgadas) de los bordes de cualquier caja de empalme y caja de salida que se utilice para montar luminarias en superficie. Se debe dejar un espacio no inferior a 50 mm (2 pulgadas) desde las luminarias empotradas y sus guarniciones, aberturas de ventilación y otras aberturas similares en la superficie del cuarto, a menos que los paneles de calefacción o conjuntos de paneles estén listados y marcados para distancias menores, en cuyo caso, se permitirá instalarlos a las distancias marcadas. Se debe dejar espacio suficiente para asegurar que ningún panel o conjunto de

paneles de calefacción quede cubierto por alguna unidad de sobreponer.

(4) Superficies que cubren los paneles de calefacción. Una vez instalados e inspeccionados los paneles o conjuntos de paneles de calefacción, se permitirá instalar una superficie que haya sido identificada en las instrucciones del fabricante como adecuada para esa instalación. La superficie debe asegurarse de modo que los clavos u otros elementos de sujeción no perforen los paneles o conjuntos de paneles de calefacción.

(5) Cubiertas superficiales. Se permitirá que las superficies admitidas en la sección 424.93 (A) (4) estén cubiertas con pintura, papel tapiz u otras superficies aprobadas identificadas en las instrucciones del fabricante como adecuadas.

(B) Conjuntos de paneles de calefacción.

(1) Ubicación del montaje. Se permitirá asegurar los conjuntos de paneles de calefacción a la cara inferior de las vigas, o montados entre vigas, cabezales o listones clavados.

(2) Paralelos a las vigas o los listones clavados. Los conjuntos de paneles de calefacción se deben instalar paralelos a las vigas o a los listones clavados.

(3) Instalación de clavos, grapas u otros elementos de sujeción. El clavado o engrapado de los conjuntos de paneles de calefacción se debe hacer únicamente a través de las partes no calefactoras proporcionadas para este fin. Los conjuntos de paneles de calefacción no se deben cortar ni atravesar con clavos en ningún punto a menos de 6 mm (¼ de pulgada) del elemento. No se deben usar clavos, grapas ni ningún otro elemento de sujeción que puedan penetrar las partes portadoras de corriente.

(4) Instalados como unidades completas. Los conjuntos de paneles de calefacción se deben instalar como unidades completas, excepto si están identificados como adecuados cortarlos en sitio en obra de una manera aprobada.

424.94 Distancia del alambrado en los cielos rasos. El alambrado instalado encima de los cielo rasos calentados debe estar ubicado a no menos de 50 mm (2 pulgadas) por encima del cielo raso calentado y se debe considerar que opera a una temperatura ambiente de 50° C (122° F). La ampacidad se debe calcular con base en los factores de corrección dados en las tablas de ampacidad, de 0 a 2000 voltios, del Artículo 310. No se exigirá aplicar factores de corrección por temperatura si el alambrado está colocado sobre aislamientos térmicos con un espesor mínimo de 50 mm (2 pulgadas).

424.95 Ubicación del alambrado de los alimentadores y circuitos ramales en paredes.

(A) Paredes exteriores. Los métodos de alambrado deben cumplir lo establecido en el Artículo 300 y la sección 310.10.

(B) Paredes interiores. Se debe considerar que todo el alambrado instalado detrás de paneles o conjuntos de paneles de calefacción ubicados en paredes o divisiones interiores, operan a una temperatura ambiente de 40° C (104° F) y su ampacidad se debe calcular aplicando los factores de corrección de las tablas de ampacidad de 0 a 2000 voltios del Artículo 310.

424.96 Conexión a los conductores del circuito ramal.

(A) Generalidades. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción ensamblados en sitio de

modo que formen una instalación de calefacción en un cuarto o área, se deben conectar siguiendo las instrucciones del fabricante.

(B) Paneles de calefacción. Los paneles de calefacción se deben conectar al alambrado del circuito ramal mediante un método de alambrado aprobado.

(C) Conjuntos de paneles de calefacción.

(1) Conexión al alambrado del circuito ramal. Los conjuntos de paneles de calefacción se deben conectar al alambrado del circuito ramal mediante un método identificado como adecuado para ese fin.

(2) Ensamble de conjunto de paneles con terminales de unión. Se permitirá que en un ensamble de paneles de calefacción equipado con un ensamble de terminales de unión, las puntas no calefactoras sean conectados en el momento de su instalación, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

424.97 Puntas no calefactoras. Se permitirá que los sobrantes de las puntas no calefactoras de los paneles o conjuntos de paneles de calefacción se corten a la longitud necesaria. Éstos deben cumplir los requisitos de instalación del método de alambrado empleado, de acuerdo con la sección 424.96. Las puntas no calefactoras deben formar parte integral de un panel o conjunto de paneles de calefactores y no están sujetos a los requisitos de ampacidad de los circuitos ramales de la sección 424.3 (B).

424.98 Instalación en concreto o mampostería vaciados.

(A) Área máxima calentada. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción no deben exceder los 355 watts/m^2 (33 W/pie^2) de área calentada.

(B) Asegurados en sitio e identificados como adecuados. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción se deben asegurar en su sitio por los medios especificados en las instrucciones del fabricante e identificados como adecuados para la instalación.

(C) Juntas de expansión. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de expansión, a menos que se hagan las previsiones para la dilatación y la contracción.

(D) Separación. Se debe mantener una separación entre los paneles o conjuntos de paneles de calefacción y los elementos metálicos empotrados en el piso. Se permitirá que los paneles de calefacción con blindaje metálico puesto a tierra, estén en contacto con el metal empotrado en el piso.

(E) Protección de las puntas. Donde las puntas salgan del piso, se deben proteger mediante conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit rígido no metálico, tubería eléctrica metálica o cualquier otro medio aprobado.

(F) Adaptadors y accesorios exigidos. Donde las puntas salgan de las baldosas del piso, se deben utilizar adaptadors o accesorios aprobados.

424.99 Instalación bajo el revestimiento del piso.

(A) Identificación. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción para instalación bajo el recubrimiento del piso, deben estar identificados como adecuados para su instalación bajo el recubrimiento del piso.

(B) Área máxima calentada. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción instalados bajo el recubrimiento del piso no deben exceder los 160 watts/m^2 (15 watts/pie^2) de superficie calentada.

(C) Instalación. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción listados, si se instalan bajo el recubrimiento del piso, deben estar sobre superficies lisas y planas, de acuerdo con las instrucciones del fabricante y, además, deben cumplir los requisitos de las secciones 424.99 (C) (1) hasta (C) (5).

(1) Juntas de expansión. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de expansión, a menos que estén protegidos contra la dilatación y la contracción.

(2) Conexión a los conductores. Los paneles y conjuntos de paneles de calefacción se deben conectar al alambrado del circuito ramal y al de alimentación mediante métodos de alambrado reconocidos en el Capítulo 3.

(3) Anclaje. Los paneles y conjuntos de paneles de calefacción se deben anclar firmemente al piso mediante un adhesivo o un sistema de anclaje identificado para dicho uso.

(4) Cubiertas. Una vez instalados e inspeccionados los paneles o conjuntos de paneles de calefacción, se permitirá cubrirlos mediante un recubrimiento para piso que esté identificado por el fabricante como adecuado para la instalación. El recubrimiento se debe asegurar al panel o conjunto de paneles de calefacción mediante adhesivo de tipo removible o por otro medio identificado para este uso.

(5) Protección contra fallas. Un dispositivo que abra todos los conductores no puestos a tierra que alimentan los paneles o conjuntos de paneles de calefacción, suministrado por el fabricante, debe funcionar cuando se produzca una falla de alta o baja resistencia entre fases, entre una fase y el conductor de puesta tierra o entre una fase y tierra, tal como el resultado de una penetración del elemento o conjunto de elementos.

NOTA: Para brindar esta protección puede ser necesario un blindaje integral de puesta a tierra.

ARTÍCULO 427
Equipos eléctricos fijos de calefacción para tuberías y recipientes.

I. Generalidades

427.1 Alcance. Los requisitos de este artículo se deben aplicar a sistemas de calefacción energizados eléctricamente y a la instalación de estos sistemas cuando se emplean en tuberías, recipientes o ambos.

> **Nota**: Para mayor información véanse las normas ANSI/IEEE Std. 515-2002, Standard for the Testing, Design, Installation and Maintenance of Electrical Resistance Heat Tracing for Industrial Applications; ANSI/IEEE Std. 844-2000, Recommended Practice for Electrical Impedance, Induction, and Skin Effect Heating of Pipelines and Vessels; y ANSI/NECA 202-2001, Recommended Practice for Installing and Maintaining Industrial Heat Tracing Systems.

427.2 Definiciones.

Elemento de calefacción por resistencia. Elemento específico separado para generar el calor que se aplica interna o externamente a la tubería o recipiente.

> **Nota**. Ejemplos de elementos de calefacción por resistencia son los calefactores tubulares, calefactores planos, cables calefactores, cinta calefactora, y mantas calefactoras y calefactores por inmersión.

Recipiente. Recipiente tal como un barril, tambor o tanque para contener líquidos u otros materiales.

Sistema de calefacción integrado. Sistema completo que consta de componentes tales como tuberías, recipientes, elementos de calefacción, medio de transferencia de calor, aislamiento térmico, barreras para la humedad, puntas no calefactoras, controladores de temperatura, señales de seguridad, cajas de empalme, canalizaciones y accesorios.

Sistema de calefacción por efecto Kelvin. Sistema en el que se genera calor en la superficie interior de una cubierta ferromagnética unida a una tubería o recipiente, o a ambos.

> **Nota**: Normalmente se pasa un conductor eléctricamente aislado a través de la cubierta y se conecta al otro extremo de ésta. La cubierta y el conductor aislado eléctricamente se conectan a una fuente de tensión de c.a. desde un transformador con doble devanado.

Sistema de calefacción por impedancia. Sistema en el cual el calor se genera en la pared de una tubería o un recipiente, haciendo que la corriente fluya a través de la pared de la tubería o del recipiente mediante su conexión directa a una fuente de tensión de c.a. desde un transformador con doble devanado.

Sistema de calefacción por inducción. Sistema en el cual se genera calor en la pared de una tubería o recipiente induciendo una corriente y por el efecto de histéresis en la pared de la tubería o recipiente desde una fuente externa separada de campo eléctrico de c.a.

Tubería. Tramo de tubos que incluyen bombas, válvulas, bridas, dispositivos de control, filtros y/o equipos similares para el transporte de fluidos.

427.3 Aplicación de otros artículos. Los equipos eléctricos de calefacción de tuberías conectados con cordón, proyectados para un uso específico e identificados como adecuados para este uso, se deben instalar de acuerdo con el Artículo 422.

427.4 Carga continua. El equipo eléctrico fijo de calefacción para tuberías y recipientes se debe considerar como una carga continua.

II. Instalación

427.10 Generalidades. Los equipos eléctricos de calefacción para tuberías y recipientes deben estar identificados como adecuados para: (1) el ambiente físico, químico y térmico y (2) instalación de acuerdo con los planos e instrucciones del fabricante.

427.11 Uso. El equipo eléctrico de calefacción se debe instalar de modo que esté protegido contra daños físicos.

427.12 Protección térmica. Las superficies externas de los equipos eléctricos de calefacción para tuberías y recipientes que funcionen a temperaturas superiores a 60° C (140° F), deben estar físicamente resguardadas, separadas o aisladas térmicamente para brindar protección al personal en el área contra contactos accidentales.

427.13 Identificación. La presencia de tuberías o recipientes con calefacción eléctrica, o ambos, debe ser evidente por la colocación de señales de precaución o marcas adecuadas a intervalos no superiores a 6 m (20 pies) a lo largo de la tubería o recipiente y sobre o adyacentes al equipo en el sistema de tubería que requiere de mantenimiento periódico.

III. Elementos de calefacción por resistencia

427.14 Sujeción. Los conjuntos de elementos de calefacción se deben sujetar a la superficie que está siendo calentada por medios diferentes al aislamiento térmico.

427.15 Sin contacto directo. Cuando el elemento de calefacción no esté en contacto directo con la tubería o recipiente que está siendo calentado, se debe instalar un medio adecuado para evitar la sobrecalenamiento del elemento calefactor, a menos que el diseño del conjunto de calefacción sea tal que no se excedan sus límites de temperatura.

427.16 Expansión y contracción. Los elementos y conjuntos de calefacción no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de expansión, a menos que se hagan las previsiones para la expansión y contracción.

427.17 Habilidad de flexión. Cuando se instalen en tuberías flexibles, los elementos y ensambles de calefacción deben tener una habilidad de flexión compatible con la de la tubería.

427.18 Puntas de alimentación de potencia.

(A) Puntas no calefactoras. Las puntas no calefactoras de alimentación de potencia (puntas frías) de los elementos de resistencia, deben ser adecuados para las temperaturas a las que vayan a funcionar. En las cajas de empalme debe dejarse un tramo de terminal no calefactor no inferior a 150 mm (6 pulgadas). Se permitirá acortar los terminales no calefactores suministrados en fábrica y montados en sitio en elementos de calefacción aprobados, siempre que se conserven las marcas indicadas en la sección 427.20.

(B) Protección de las puntas de alimentación de potencia. Las puntas no calefactoras de alimentación se deben proteger donde salgan de unidades de calefacción de tuberías o recipientes calentados eléctricamente, mediante conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, tuberías eléctricas metálicas u otras canalizaciones identificadas como adecuadas para esa aplicación.

(C) Puntas de interconexión. Se permitirá que las puntas no calefactoras de interconexión, que conectan diversas partes del sistema de calefacción, estén cubiertos por un aislante térmico en la misma forma que los calefactores.

427.19 Conexiones eléctricas.

(A) Interconexiones no calefactoras. Las interconexiones no calefactoras, cuando deban estar bajo aislante térmico, se deben hacer con conectores aislados identificados como adecuados para ese uso.

(B) Conexiones del circuito. Los empalmes y terminaciones en el exterior del aislante térmico, deben estar instalados en una caja o accesorio, de acuerdo con las secciones 110.14 y 300.15.

427.20 Marcado. Todas las unidades calefactoras montadas en fábrica deben estar marcadas de forma legible, a una distancia no mayor de 75 mm (3 pulgadas) de cada extremo de las puntas no calefactoras, con un símbolo de identificación permanente, el número de catálogo y los valores nominales en voltios y watts, o en voltios y amperios.

427.22 Protección de los equipos. Para los paneles eléctricos de trazamiento térmico y de calefacción, se debe suministrar protección contra fallas a tierra. Este requisito no se debe aplicar en establecimientos industriales en donde haya indicación de fallas a tierra mediante una alarma y se aplican las siguientes condiciones:

(1) Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado prestará mantenimiento a los sistemas instalados.

(2) Cuando sea necesaria una operación continua del circuito, para la operación segura de los equipos o procesos.

427.23 Cubierta conductora puesta a tierra. Los equipos eléctricos de calefacción deben estar listados y tener una cubierta conductora puesta a tierra, que cumpla con la sección 427.23 (A) o (B). La cubierta conductora debe proporcionar una trayectoria efectiva a tierra para la protección del equipo.

(A) Cables o alambres calefactores. Los cables o alambres calefactores deben tener una cubierta conductora puesta a tierra que rodee el elemento calefactor y los alambres de la barra conductora, si los hubiera, así como su aislamiento eléctrico.

(B) Paneles calefactores. Los paneles calefactores deben tener una cubierta conductora puesta a

tierra sobre el elemento calefactor y su aislamiento eléctrico por el lado opuesto al que va unido a la superficie a ser calentada.

IV. Calefacción por impedancia

427.25 Protección del personal. Todas las superficies externas accesibles de las tuberías o recipientes, o ambos, que están siendo calentadas, deben estar físicamente resguardadas, separadas o aisladas térmicamente (con una chaqueta a prueba de la intemperie en las instalaciones exteriores), para proteger al personal en el área contra contactos accidentales.

427.26 Transformador de aislamiento. Para aislar el sistema de distribución del sistema de calefacción, se debe usar un transformador de doble devanado con blindaje puesto a tierra entre los devanados primario y secundario.

427.27 Límites de tensión. El devanado secundario del transformador de aislamiento conectado a la tubería o recipiente que está siendo calentado, no debe tener una salida de tensión superior a 30 voltios c.a, a menos que esté protegido por un interruptor del circuito contra fallas a tierra para proteger al personal.
Cuando se suministra protección para el personal mediante un interruptor del circuito contra fallas a tierra, se permitirá que esa tensión sea mayor de 30 voltios pero máximo de 80 voltios.

> *Excepción: En instalaciones industriales, se permitirá que el transformador de aislamiento conectado a la tubería o al recipiente que se va a calentar tenga una tensión de salida que no supere los 132 voltios de c.a. a tierra, cuando se aplican todas las siguientes condiciones:*
>
> (1) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado prestará el mantenimiento a los sistemas instalados.
>
> (2) Se suministra protección contra fallas a tierra del equipo.
>
> (3) La tubería o el recipiente que se va a calentar debe estar completamente encerrado en un envolvente metálico puesto a tierra.
>
> (4) Las conexiones del secundario del transformador con la tubería o el recipiente que se va a calentar están completamente envueltas en un envolvente metálico o malla metálica puestos a tierra.

427.28 Corrientes inducidas. Todos los componentes portadores de corriente se deben instalar de acuerdo con la sección 300.20.

427.29 Puesta a tierra. La tubería, el recipiente o ambos, que van a ser calentados y que operen a más de 30 voltios pero máximo a 80 voltios, se deben poner a tierra en los puntos designados.

427.30 Dimensionamiento de los conductores del secundario. La ampacidad de los conductores conectados al secundario del transformador debe ser como mínimo del 100 por ciento de la carga total del calentador.

V. Calefacción por inducción

427.35 Alcance. Esta parte trata de la instalación de los equipos de calefacción por inducción a la frecuencia de la red, y de los accesorios para las tuberías y recipientes.

Nota. Para otras aplicaciones, véase el Artículo 665.

427.36 Protección del personal. Las bobinas de inducción que funcionan o puedan funcionar a tensiones superiores a 30 voltios c.a., deben estar alojadas en envolventes no metálicos o metálicos divididos, en sitios separados o hechos inaccesibles, para proteger al personal que pueda estar en el área.

427.37 Corriente inducida. Se debe evitar que las bobinas de inducción produzcan corrientes circulantes en los equipos metálicos, soportes o estructuras circundantes, mediante blindaje, separando o aislando eléctricamente las trayectorias de corriente. Las trayectorias de las corrientes parásitas se deben unir para evitar la formación de arcos.

VI. Calefacción por efecto Kelvin

427.45 Ampacidad de los conductores. Se permitirá que la ampacidad de un conductor aislado eléctricamente dentro de una envolvente ferromagnética exceda los valores dados en el Artículo 310, siempre que el conductor esté identificado como adecuado para ese uso.

427.46 Cajas de paso. Se permitirá que las cajas de paso para jalar el conductor aislado eléctricamente en una cubierta ferromagnética, estén enterradas bajo el aislamiento térmico, siempre que su posición esté indicada por marcas permanentes en la superficie de la chaqueta aislante y en los planos. Las cajas de paso instaladas en exteriores deben ser herméticas al agua.

427.47 Un solo conductor en un envolvente. Las disposiciones de la sección 300.20 no se deben aplicar a una instalación de un solo conductor en un envolvente ferromagnética (envolvente metálico).

427.48 Puesta a tierra. La cubierta ferromagnética se debe poner a tierra en ambos extremos y además se permitirá ponerla a tierra en puntos intermedios, si así lo exige su diseño. Para asegurar la continuidad eléctrica, la envolvente ferromagnética se debe unir en todas sus uniones.

A la instalación de los sistemas de calefacción por efecto Kelvin no se le deben aplicar las disposiciones de la sección 250.30.

Nota: Para los métodos de puesta a tierra, véase el Artículo 250.

VII. Control y protección

427.55 Medios de desconexión.

(A) Interruptor o interruptor automático. Todos los equipos eléctricos fijos para calefacción de tuberías o recipientes deben estar dotados de un medio para desconectar simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra.

Se permitirá que el interruptor o interruptor automático del circuito ramal sirva como el medio de desconexión, cuando sea fácilmente accesible al usuario del equipo. Los medios de desconexión deben ser del tipo indicador y deben estar provistos de un dispositivo eficaz de bloqueo en la posición de apagado "off".

(B) Equipo conectado con cordón y clavija. Se permitirá utilizar como el medio de desconexión la clavija instalada en fábrica de un equipo conectado con cordón y clavija de 20 amperios nominales o menos y de 150 voltios a tierra o menos.

427.56 Controles.

(A) Control de temperatura con posición de apagado "Off". Los dispositivos de maniobra controlados por la temperatura, que indican la posición de apagado "off" e interrumpan la corriente de línea, deben abrir todos los conductores no puestos a tierra cuando el dispositivo de control esté en la posición de apagado "off". No se permitirá que estos dispositivos sirvan como el medio de desconexión, excepto si se pueden bloquear en la posición abierta.

(B) Control de temperatura sin posición de apagado "Off". No se exigirá que los dispositivos de maniobra controlados por temperatura, que no tengan posición de apagado "off" abran todos los conductores no puestos a tierra, y no se permitirá que estos dispositivos se utilicen como el medio de desconexión.

(C) Controlador remoto de temperatura. No se exigirá que los dispositivos a control remoto accionados por temperatura cumplan los requisitos de las secciones 427.56(A) y (B). No se permitirá utilizar estos dispositivos como el medio de desconexión.

(D) Dispositivos de maniobra combinados. Los dispositivos de maniobra combinados, compuestos de dispositivos accionados por temperatura e interruptores controlados manualmente, que sirvan al mismo tiempo como controladores y medio de desconexión, deben cumplir todas las condiciones siguientes:

(1) Abrir todos los conductores no puestos a tierra cuando se pongan manualmente en la posición de apagado "off".

(2) Estar diseñados de modo que, una vez puesto el interruptor manualmente en posición de apagado "off" "Apagado", el circuito no se pueda energizar automáticamente.

(3) Poder ser bloqueado en la posición abierta.

427.57 Protección contra sobrecorriente. Los equipos eléctricos de calefacción se deben considerar como protegidos contra sobrecorriente cuando se alimentan desde un circuito ramal, como se establece en las secciones 210.3 y 210.23.

ARTÍCULO 430
Motores, circuitos de motores y controladores

I. Generalidades

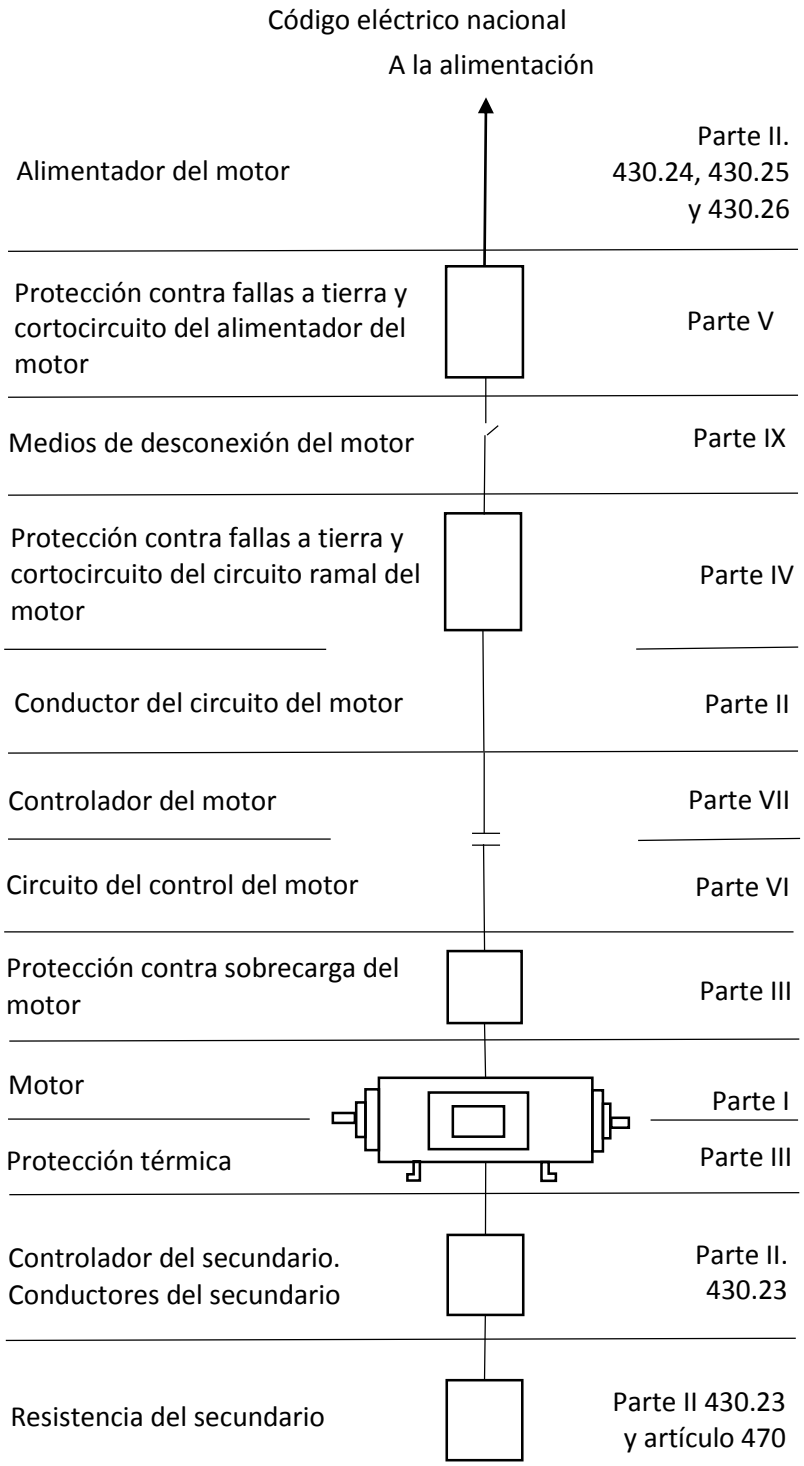
430.1 Alcance. Este artículo trata sobre los motores, los conductores de los alimentadores y circuitos ramales de los motores y de su protección, sobre la protección contra sobrecargas de los motores, sobre los circuitos de control de los motores, de los controladores d los motores y de los centros de control de motores.

Nota No. 1: Los requisitos de instalación de los centros de control de motores se tratan en la sección 110.26 (F). Los equipos de refrigeración y de aire acondicionado se tratan en el Artículo 440.

Nota No. 2: La Figura 430.1 tiene fines informativos solamente.

Figura 430.1. Contenido del Artículo 430.

Generalidades, secciones 430.1 a 430.18	Parte I
Conductores del circuito del motor, secciones 430.21 a 430.29	Parte II
Protección contra sobrecargas del motor y del circuito ramal, secciones 430.31 a 430.44	Parte III
Protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito ramal del motor, secciones 430.51 a 430.58	Parte IV
Protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del alimentador del motor, secciones 430.61 a 430.63	Parte V
Circuito de control del motor, secciones 430.71 a 430.74	Parte VI
Controladores del motor, secciones 430.81 a 430.90	Parte VII
Centros de control de motores, secciones 430.92 a 430.96	Parte VIII
Medios de desconexión, secciones 430.101 a 430.113	Parte IX
Sistema de accionamiento de velocidad ajustable, secciones 430.120 a 430.128	Parte X
Tensiones mayores de 600 voltios, secciones 430.221 1 430.227	Parte XI
Protección de partes vivas, en todas las tensiones, secciones 430.231 a 430.233	Parte XII
Puesta a tierra, todas las tensiones, secciones 430.241 a 430.245	Parte XIII
Tablas, tablas 430.247 a 430.251 (B)	Parte VIII



430.2 Definiciones.

Accionamiento de velocidad ajustable. Combinación de un convertidor de potencia, un motor y de dispositivos auxiliares montados en el motor como por ejemplo codificadores, tacómetros, interruptores y detectores térmicos, ventiladores, calentadores y detectores de vibración.

Circuito de control del motor. Circuito de un aparato o sistema de control que transmite las señales eléctricas que dirigen el desempeño del controlador, pero no conducen la corriente principal de

potencia.

Controlador. Para los propósitos de este artículo, un controlador es todo interruptor o dispositivo que se usa normalmente para arrancar o detener un motor estableciendo e interrumpiendo la corriente del circuito del motor.

Ensambles de válvulas con activador de motor *(VAM) (Valve Actuator Motor (VAM) Assemblies)*. Ensamble manufacturado, usado para operar una válvula, que consta de un activador de motor y otros componentes como controladores, interruptores de par motor, interruptores de fin de carrera y protección contra sobrecarga.

> **Nota**: Los ensambles VAM por lo común tienen características de trabajo de corta duración y de alto par de torsión.

Equipo seccionador del sistema. Sistema de contactor-seccionador operado remotamente y con monitoreo redundante, empaquetado para proporcionar la función de desconexión/seccionamiento, que es posible verificar su funcionamiento desde múltiples lugares remotos por medio de interruptores con bloqueo, cada uno de los cuales se puede bloquear con candado en la posición abierta ("off").

Sistema de accionamiento de velocidad ajustable. Combinación interconectada de equipo que proporciona un medio para ajustar la velocidad de una carga mecánica acoplada a un motor. Por lo general el sistema de accionamiento consta de un accionamiento de velocidad ajustable y de los aparatos eléctricos auxiliares.

430.4 Motores con devanados divididos. Un motor de inducción con devanado de arranque dividido o sincrónico es un motor dispuesto para ponerse en marcha energizando primero parte del devanado primario (armadura) y energizando posteriormente el resto del devanado en uno o más pasos. Un motor de inducción con devanado de arranque dividido estándar es un motor dispuesto de modo que inicialmente se energiza la mitad de su devanado primario y posteriormente se puede energizar la otra mitad, momento en el que las dos mitades conducen corrientes iguales. No se debe considerar como un motor de inducción con devanado de arranque dividido estándar, un moto-compresor con circuito hermético de refrigerante.

Cuando se utilicen dispositivos separados de protección contra sobrecargas con un motor de inducción con devanado de arranque dividido estándar, cada mitad del devanado del motor debe estar protegida individualmente de acuerdo con las secciones 430.32 y 430.37, con un dispositivo cuya corriente de disparo sea la mitad de la especificada.

Cada conexión del devanado del motor debe tener protección contra cortocircuitos y contra falla a tierra en el circuito ramal, con un valor nominal no mayor a la mitad de la especificada en la sección 430.52.

> *Excepción: Se permitirá utilizar un dispositivo de protección contra cortocircuitos y contra fallas a tierra para los dos devanados, si el dispositivo permite que el motor arranque. Cuando se utilicen fusibles de acción retardada (de elemento dual), deben tener un valor nominal que no exceda el 150 por ciento de la corriente de plena carga del motor.*

430.5 Otros Artículos. Los motores y controladores deben cumplir también con las disposiciones aplicables de la Tabla 430.5.

430.6 Determinación de la ampacidad y del valor nominal de los motores. El calibre de los conductores que alimentan los equipos de los que trata el Artículo 430 se debe seleccionar de las Tablas de ampacidad permisible de acuerdo con la sección 310.15 (B), o se debe calcular de acuerdo con la sección 310.15 (C). Cuando se use cordón flexible, el calibre del conductor se debe seleccionar de acuerdo con la sección 400.5. La ampacidad exigida y el valor nominal de los motores, se deben determinar como se especifica en las secciones 430.6 (A), (B) y (C).

(A) Motores para aplicaciones generales. En motores para aplicaciones generales, los valores nominales de corriente se deben determinar con base en (A) (1) y (A) (2).

(1) Valores de las Tablas. Para los motores diferentes a los construidos para bajas velocidades (menos de 1200 revoluciones por minuto) o altos pares, y para motores de velocidades múltiples, los valores presentados en las Tablas 430.247, 430.248, 430.249 y 430.250, se deben usar para determinar la ampacidad de los conductores o el valor nominal en amperios de los interruptores, la protección del circuito ramal contra cortocircuitos y fallas a tierra, en lugar del valor real de corriente nominal marcada en la placa de características del motor. Cuando un motor esté marcado en amperios y no en caballos de fuerza, se debe asumir que su potencia en caballos de fuerza es la correspondiente a los valores dados en las Tablas 430.247, 430.248, 430.249 y 430.250, interpolando si fuera necesario. Los motores construidos para bajas velocidades (menos de 1200 revoluciones por minuto) o altos pares pueden tener corriente de plena carga más alta, y en los motores de velocidades múltiples la corriente de plena carga variará con la velocidad, en cuyo caso se deben usar los valores nominales de corriente de la placa de características.

Excepción No. 1: Los motores de velocidades múltiples deben cumplir lo establecido en las secciones 430.22 (A) y 430.52.

Excepción No. 2: Para los equipos que utilicen un motor con polos sombreados o con condensador permanente dividido para ventilador o soplador, marcado con el tipo de motor, se debe tomar la corriente de plena carga de dicho motor, marcada en la placa de características del equipo con el que se utiliza el motor del ventilador o soplador, en lugar del valor nominal en caballos de fuerza, para determinar la ampacidad o el valor nominal del medio de desconexión, los conductores del circuito ramal, el controlador, la protección del circuito ramal contra cortocircuitos y fallas a tierra y la protección separada contra sobrecargas. Este valor marcado en la placa de características de los equipos no debe ser inferior al de la corriente marcada en la placa de características del motor del ventilador o soplador.

Excepción No. 3: En un electrodoméstico listado operado por motor, marcado tanto con los caballos de fuerza como con su corriente de plena carga, la corriente de plena carga del motor, marcada en la placa de características del electrodoméstico, se debe usar en lugar del valor nominal en caballos de fuerza de la placa de características del electrodoméstico, para determinar la ampacidad o el valor nominal del medio de desconexión, los conductores del circuito ramal, el controlador, el dispositivo de

protección del circuito ramal contra cortocircuitos y fallas a tierra y de la protección separado contra sobrecargas.

Tabla 430.5. Otros artículos

Equipo / Inmueble	Artículo	Sección
Equipos de refrigeración y aire acondicionado	440	
Condensadores		460.8, 460.9
Garajes comerciales, hangares de aviación, gasolineras y estaciones de servicio, plantas de almacenamiento a granel, aplicación por pulverización, procesos de inmersión y recubrimiento, lugares de anestesiado por inhalación	511, 513, 514, 515, 516 y 517 Parte IV	
Grúas y montacargas	610	
Máquinas de riego accionadas o controladas eléctricamente	675	
Ascensores, montaplatos, escaleras y pasillos mecánicos, elevadores de sillas de ruedas y elevadores para sillas de ruedas	620	
Bombas contra incendios	695	
Lugares (clasificados como) peligrosos	500 - 503 y 505	
Maquinaria industrial	670	
Proyectores cinematográficos		540.11 y 540.20
Estudios cinematográficos, de televisión y lugares similares	530	
Resistencias y reactancias	470	
Teatros, áreas de audiencia de estudios cinematográficos y de televisión y lugares similares		520.48

(2) Valores de la placa de características. La protección independiente contra sobrecargas de un motor se debe basar en el valor nominal de corriente de la placa de características del motor.

(B) Motores de par. Para los motores de par, la corriente nominal debe ser la corriente de rotor bloqueado; y esta corriente de la placa de características se debe usar para determinar la ampacidad de los conductores del circuito ramal, tratada en las secciones 430.22 y 430.24, el valor nominal en amperios del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor y el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal, de acuerdo con la sección 430.52 (B).

Nota. Para los controladores y medios de desconexión de los motores, véanse las Secciones 430.83 (D) y 430.110.

(C) Motores con tensión ajustable en corriente alterna. Para los motores utilizados en sistemas de accionamiento de corriente alterna, tensión ajustable y par variable, la ampacidad de los conductores o el valor nominal en amperios de los interruptores y dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal, etc., se deben basar en la corriente máxima de funcionamiento marcada en la placa de características del motor o del control, o de ambos. Si la corriente máxima de funcionamiento no está incluida en la placa de características, la determinación de la ampacidad se debe basar en el 150 por ciento de los valores dados en las Tablas 430.249 y 430.250.

430.7 Marcado en los motores y equipos con varios motores.

(A) Aplicaciones usuales de los motores. Un motor debe estar marcado con la siguiente información:

(1) Nombre del fabricante.

(2) Tensión nominal y corriente nominal de plena carga. Para los motores de velocidades múltiples, la corriente de plena carga para cada velocidad, excepto en los motores con polos sombreados y los motores de condensador dividido permanente, en los que los amperios se exigen únicamente para la máxima velocidad.

(3) Frecuencia nominal y número de fases, en los motores de corriente alterna.

(4) Velocidad nominal de plena carga.

(5) Aumento nominal de temperatura o clase del sistema de aislamiento y temperatura ambiente nominal.

(6) Tiempo nominal de funcionamiento. Este tiempo nominal debe ser 5, 15, 30 ó 60 minutos, o continuo.

(7) Valor nominal en caballos de fuerza, para los motores de 1/8 de hp o mayores. Para motores de velocidad múltiple de 1/8 de hp o mayores, el valor nominal en caballos de fuerza para cada velocidad, excepto en los motores con polos sombreados y los motores de condensador dividido permanente de 1/8 de hp o mayores, donde la potencia nominal en caballos de fuerza se exige solamente para velocidad máxima. No es necesario que en los motores de soldadores de arco se marque el valor nominal en caballos de fuerza.

(8) En los motores de c.a. de ½ hp nominales en adelante, la letra código o corriente de rotor bloqueado en amperios. En los motores polifásicos de rotor devanado, se debe omitir la letra código.

Nota. Véase la sección 430.7 (B).

(9) La letra de diseño en los motores con diseño B, C o D.

Nota. Las definiciones de las letras de diseño de motores se encuentran en las normas Motors and Generators, Part I, Definitions, ANSI/NEMA MG 1-1993 y Standard Dictionary of Electrical and Electronic Terms, ANSI/IEEE 100-1996.

(10) En los motores de inducción de rotor devanado, la tensión del secundario y la corriente de plena carga.

(11) En los motores sincrónicos excitados con c.d., la corriente y la tensión del campo.

(12) Devanado: en los motores de corriente continua, derivación directa, derivación estabilizada, compuesta o en serie. No se exigirá que esté marcado en los motores de c.c. de potencia nominal fraccionaria y de 175 mm (7 pulgadas) o menos de diámetro.

(13) Los motores equipados con protección térmica que cumplan los requisitos de las secciones 430.32 (A) (2) o (B) (2), se deben marcar con "Protegido Térmicamente". Se permitirá que los motores protegidos térmicamente de 100 watts nominales o menos, que cumplan lo establecido en la sección 430.32 (B) (2), usen la marca abreviada "P.T." (T.P.)

(14) Un motor que cumpla lo establecido en la sección 430.32 (B) (4) debe llevar la inscripción "Protegido por impedancia". Se permitirá que los motores protegidos por impedancia de 100 watts nominales o menos, que cumplan lo establecido en la sección 430.32 (B) (4), usen la marca abreviada "P.I." (Z.P.)

(15) Los motores equipados con calentadores que evitan la condensación alimentados eléctricamente se deben marcar con la tensión nominal del calentador, el número de fases y la potencia nominal en watts.

(B) Letras código de indicación para rotor bloqueado. Las letras código marcadas en las placas de características de los motores, para indicar la entrada del motor con el rotor bloqueado, deben cumplir lo establecido en la Tabla 430.7 (B).

La letra código que indica la entrada del motor con rotor bloqueado, debe aparecer en un bloque individual de la placa de características, debidamente designada.

(1) Motores de velocidades múltiples. Los motores de velocidades múltiples deben estar marcados con la letra código que designe los kilovolt-ampere (kVA) por caballo de fuerza con el rotor bloqueado, a la máxima velocidad a la cual se puede arrancar el motor.

Excepción: Los motores de velocidades múltiples y potencia constante deben estar marcados con la letra código que indique el valor máximo de kilovolt-ampere (kVA) por caballo de fuerza con el rotor bloqueado.

Tabla 430.7 (B). Letras código de indicación para rotor bloqueado

Letra código	Kilovolt-Ampere por caballo de fuerza con el rotor bloqueado
A	0 - 3.14
B	3.15 - 3.54
C	3.55 - 3.99
D	4.0 - 4.49
E	4.5 - 4.99
F	5.0 - 5.59
G	5.6 - 6.29
H	6.3 - 7.09
J	7.1 - 7.99
K	8.0 - 8.99
L	9.0 - 9.99
M	10.0 - 11.19
N	11.2 - 12.49
P	12.5 - 13.99
R	14.0 - 15.99
S	16.0 - 17.99
T	18.0 - 19.99
U	20.0 - 22.39
V	22.4 en adelante

(2) Motores de una sola velocidad. Los motores de una sola velocidad que arrancan conectados en estrella y funcionan conectados en delta, deben estar marcados con la letra código correspondiente a los kilovolt-ampere (kVA) por caballo de fuerza con el rotor bloqueado, para la conexión en estrella.

(3) Motores de tensión dual. Los motores de tensión dual que tengan distintos kilovolt-ampere (kVA) con rotor bloqueado por caballo de fuerza en las dos tensiones, deben estar marcados con la letra código correspondiente a la tensión que produzca el mayor valor de kilovolt-ampere (kVA) por caballo de fuerza, con el rotor bloqueado.

(4) Motores de 50/60 Hz. Los motores con valor nominal de 50 y 60 Hz deben estar marcados con una letra código que indique los kilovolt-ampere (kVA) por caballo de fuerza con el rotor bloqueado, a 60 Hz.

(5) Motores con devanado dividido. Los motores con arranque de devanado dividido deben estar marcados con la letra código que designe los kilovolt-ampere (kVA) por caballo de fuerza con rotor bloqueado, con base en la corriente con rotor bloqueado para todo el devanado del motor.

(C) Motores de par. Los motores de par se designan para operación en condición estacionaria y deben estar marcados de acuerdo con la sección 430.7 (A), excepto que el par con rotor bloqueado debe reemplazar la designación de potencia en caballos de fuerza.

(D) Equipos con varios motores y cargas combinadas.

(1) Alambrados en fábrica. Los equipos con varios motores y cargas combinadas deben tener una placa de características visible marcada con el nombre del fabricante, su valor nominal en voltios, frecuencia, número de fases, ampacidad mínima de los conductores del circuito de alimentación y el máximo valor nominal de corriente en amperios del dispositivo de protección del circuito contra cortocircuitos y fallas a tierra. La ampacidad de los conductores se debe calcular según la sección 430.24, teniendo en cuenta todos los motores y las demás cargas que operarán al mismo tiempo. El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra no debe ser superior a la calculada de acuerdo con la sección 430.53. Los equipos con varios motores que se vayan a utilizar en dos o más circuitos, deben estar marcados con toda la información indicada anteriormente para cada uno de los circuitos.

(2) No alambrados en fábrica. Cuando el equipo no haya sido alambrado en fábrica y las placas de características individuales de los motores y otras cargas estén visibles después del montaje de los equipos, se permitirá que las placas de características de cada motor y equipo sirvan como las marcas exigidas.

430.8 Marcado en los controladores. Un controlador debe estar marcado con el nombre o identificación del fabricante, la tensión, el valor nominal de corriente o los caballos de fuerza, el valor nominal de corriente de cortocircuito, y todos los demás datos necesarios para indicar correctamente las aplicaciones para las cuales es adecuado.

Excepción No. 1: No se exigirá la corriente nominal de cortocircuito para controladores que se aplican de acuerdo con la sección 430.81 (A) o (B).

Excepción No. 2: No se exigirá que el valor nominal de cortocircuito esté marcado en el controlador cuando el valor nominal de corriente de cortocircuito del controlador está marcada en otra parte del ensamble.

Excepción No. 3: No se exigirá que el valor nominal de cortocircuito esté marcado en el controlador cuando el ensamble en el cual está instalado está marcado con la corriente nominal de cortocircuito.

Excepción No. 4: No se exigirá el valor nominal de cortocircuito para controladores con valor nominal de menos de 2 hp a 300 voltios o menos y listados exclusivamente para circuitos ramales de propósito general.

Un controlador que incluya un dispositivo de protección contra sobrecarga de los motores, adecuado

para aplicaciones de motores en grupo, debe estar marcado con la protección contra sobrecarga de los motores y la máxima protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal para dichas aplicaciones.
Los controladores combinados que utilicen interruptores automáticos ajustables de disparo instantáneo, deben estar marcados claramente indicando el valor de ajuste en amperios, del elemento de disparo ajustable.
Cuando un controlador esté incorporado a un motor, formando parte integral del mismo o de un grupo moto generador, no se exigirá que el controlador esté marcado individualmente si los datos necesarios están en la placa de características del equipo. Para controladores que formen parte integral de equipos aprobados como una sola unidad, se permitirá el marcado anterior en la placa de características del equipo.

> **Nota**: Véase la sección 110.10 con respecto a la información sobre la impedancia del circuito y otras características.

430.9 Terminales.

(A) Marcas. Los terminales de los motores y controladores deben estar adecuadamente marcados o coloreados cuando sea necesario para indicar las conexiones adecuadas.

(B) Conductores. Los controladores de los motores y los terminales de los dispositivos del circuito de control se deben conectar con conductores de cobre, excepto si están identificados para su uso con un conductor diferente.

(C) Requisitos de par de apriete. Los dispositivos de los circuitos de control con terminales de presión tipo tornillo que se utilicen con conductores de cobre del 14 AWG o menores, deben apretarse a un mínimo de 0.8 N.m (7 libras.pulgada), excepto si están identificados para otro valor de par de apriete.

430.10 Espacio para el alambrado en los envolventes *(enclosures)*.

(A) Generalidades. Los envolventes *(enclosures)* para los controladores y los medios de desconexión de motores no se deben utilizar como cajas de empalme, canales auxiliares o canalizaciones para los conductores que se alimentan a través de o que se deriven hacia otros aparatos, a menos que se utilicen diseños que proporcionen el espacio adecuado para ese uso.

> **Nota**. Para los envolventes *(enclosures)* de interruptores y dispositivos de protección contra sobrecorriente, véase la sección 312.8.

(B) Espacio de curvatura del alambrado en envolventes *(enclosures)*. El espacio mínimo de curvatura del alambrado dentro de los envolventes *(enclosures)* para los controladores de motores debe cumplir lo establecido en la Tabla 430.10 (B) donde se mide en línea recta desde el extremo de la lengüeta o conector del alambre (en la dirección en que el alambre sale del terminal) hasta la pared o barrera. Cuando se utilice otra terminación alternativa del alambre en lugar de la suministrada por el fabricante del controlador, debe ser de un tipo identificado por el fabricante para su uso con el controlador y no debe reducir el espacio mínimo de curvatura de los alambres.

430.11 Protección contra líquidos. Se deben proporcionar guardas de protección o envolventes

adecuados para proteger las partes expuestas portadoras de corriente de los motores y el aislamiento de las puntas de los motores, cuando se instalen directamente bajo los equipos o en otros lugares en donde puedan ocurrir salpicaduras o aspersión de aceite, agua u otros líquidos, a no ser que el motor esté diseñado para las condiciones existentes.

Tabla 430.10 (B). Espacio mínimo de curvatura del alambrado en los terminales en los envolventes de los controladores de motores

Calibre del alambre (AWG o kcmil)	Alambres por terminal*			
	1		2	
	mm	pulgada	mm	pulgada
14 - 10	No especificado		--	--
8 - 6	38	1 ½	--	--
4 - 3	50	2	--	--
2	65	2 ½	--	--
1	75	3	--	--
1/0	125	5	125	--
2/0	150	6	150	5
3/0 - 4/0	175	7	175	6
250	200	8	200	8
300	250	10	250	10
350 - 500	300	12	300	12
600 - 700	350	14	400	16
750 - 900	450	18	475	19

* Cuando esté previsto que haya tres o más alambres por terminal, el espacio mínimo de curvatura del alambrado debe cumplir los requisitos del Artículo 312.

430.12 Cajas para terminales de motores.

(A) Material. Cuando los motores estén dotados de cajas para los terminales, éstas deben ser metálicas y su construcción debe ser sólida.

Excepción: En lugares que no sean (clasificados como) peligrosos, se permitirá utilizar cajas no metálicas, sólidas e incombustibles, siempre que estén equipadas en su interior de un medio interno para puesta a tierra entre la estructura del motor y la conexión de puesta tierra de equipos.

(B) Dimensiones y espacio - Conexiones entre alambres. Cuando estas cajas de terminales contengan conexiones entre alambres, deben tener las dimensiones y el volumen útil mínimos establecidos en la Tabla 430.12 (B).

(C) Dimensiones y espacio - Conexiones con terminales fijos. Cuando las cajas de los terminales contienen terminales de motores montados rígidamente, la caja de los terminales debe ser de un tamaño suficiente para proporcionar el espacio y el volumen útiles mínimos para los terminales de

acuerdo con las Tablas 430.12 (C) (1) y 430.12 (C) (2).

Tabla 430.12 (B). Cajas de terminales para conexiones alambre con alambre.

Motores de 275 mm (11 pulgadas) de diámetro o menos

Caballos de fuerza	Dimensión mínima de la abertura de la cubierta		Volumen útil mínimo	
	mm	pulgada	cm^3	$pulgada^3$
1 y menos[a]	41	1 5/8	170	10.5
1 ½, 2, y 3[b]	45	1 ¾	275	16.8
5 y 7 ½	50	2	365	22.4
10 y 15	65	2 ½	595	36.4

Motores de corriente alterna de más de 275 mm (11 pulgadas) de diámetro

Corriente máxima de plena carga para motores trifásicos con máximo 12 puntas (Amperios)	Dimensión mínima de la abertura de la cubierta de la caja de terminales		Volumen útil mínimo		Potencia trifásica típica máxima en caballos de fuerza	
					230	460
	mm	pulgada	cm^3	$pulgada^3$	voltios	voltios
45	65	2.5	595	36.4	15	30
70	84	3.3	1,265	77	25	50
110	100	4	2,295	140	40	75
160	125	5	4,135	252	60	125
250	150	6	7,380	450	100	200
400	175	7	13,775	840	150	300
600	200	8	25,255	1540	250	500

Tabla 430.12 (B) Cont. Motores de corriente continua

Corriente máxima de plena carga para motores con máximo 6 puntas (Amperios)	Dimensión mínima de la abertura de la cubierta		Volumen útil mínimo	
	mm	pulgada	cm^3	$pulgada^3$
f68	65	2.5	425	26
105	84	3.3	900	55
165	100	4	1,640	100
240	125	5	2,950	180
375	150	6	5,410	330
600	175	7	9,840	600
900	200	8	18,040	1,100

Nota: Se permitirá no tener en cuenta las puntas auxiliares para elementos tales como frenos, termostatos, calentadores de ambiente, campos de excitación, si su área portadora de corriente no excede el 25 por ciento del área portadora de corriente de las puntas de fuerza de la máquina.

[a] Para motores de 1 hp nominal y menores, con la caja de los terminales parcial o totalmente integrada con la carcasa o escudo final del motor, el volumen de la caja de terminales no debe ser inferior a 18.00 cm^3 (1.1 $pulgada^3$) por cada conexión entre alambres. No se especifica la dimensión mínima de la abertura de la cubierta.

[b] Para los motores de 1 ½, 2 y 3 hp nominales, con la caja de los terminales parcial o totalmente integrada en la carcasa o escudo final del motor, el volumen de la caja de terminales no debe ser inferior a 23.0 cm^3 (1.4 $pulgada^3$) por cada conexión entre alambres. No se especifica la dimensión mínima de la abertura de la cubierta.

Tabla 430.12 (C) (1). Separación para los terminales - Terminales fijos

Tensión nominal en voltios	Separación mínima			
	Entre los terminales de línea		Entre los terminales de línea y otras partes metálicas sin aislar	
	mm	pulgada	mm	pulgada
240 o menos	6	1/4	6	1/4
más de 250-600	10	3/8	10	3/8

Tabla 430.12 (C) (2). Volúmenes útiles - Terminales fijos

Calibre del conductor de alimentación de fuerza (AWG)	Volumen útil mínimo por cada conductor de alimentación	
	cm^3	$pulgada^3$
14	16	1
12 y 10	20	1 ¼
8 y 6	37	2¼

(D) Alambres de gran calibre o conexiones de fábrica. Para los motores de gran potencia nominal, con un gran número de puntas o alambres de gran calibre, o cuando los motores están instalados como parte de un equipo alambrado en fábrica, sin que se requieran conexiones adicionales en la caja de terminales del motor durante la instalación del equipo, la caja de terminales debe ser de tamaño suficiente para hacer las conexiones, pero no se consideran aplicables las anteriores disposiciones de volumen para esas cajas.

(E) Conexiones de puesta a tierra de equipos. En las cajas de terminales de motores para conexiones entre alambres o conexiones de terminales fijos, debe haber instalado un medio de conexión para la terminación del conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con la sección 250.8. Se permitirá que dicha conexión esté ubicada tanto por dentro como por fuera de la caja de terminales del motor.

> *Excepción: Cuando un motor esté instalado formando parte de un equipo alambrado en fábrica que sea necesario poner a tierra, sin que se requieran conexiones adicionales en la caja de terminales del motor durante la instalación del equipo, no se exigirá un medio separado para la puesta a tierra del motor en la caja de terminales del motor.*

430.13 Adaptadors. En donde los alambres pasen a través de una abertura de un envolvente, caja de conduit o barrera, se debe utilizar un adaptadors para proteger los conductores de los bordes cortantes de la abertura. La superficie del adaptadors que pueda estar en contacto con los conductores debe ser lisa y redondeada. Si se utilizan adaptadors en lugares donde pueda haber aceite, grasa u otros contaminantes, deben ser de material que no resulte deteriorado por ellos.

> **Nota**. En cuanto a los conductores expuestos a agentes deteriorantes, véase la sección 310.9.

430.14 Ubicación de los motores.

(A) Ventilación y mantenimiento. Los motores deben estar ubicados de modo que tengan ventilación adecuada y que el mantenimiento, como por ejemplo la lubricación de los rodamientos y el cambio de escobillas, puedan ser realizados fácilmente.

> *Excepción: No se exigirá ventilación para motores del tipo sumergible*.

(B) Motores abiertos. Los motores abiertos que tengan conmutadores o anillos colectores deben estar

ubicados o protegidos de modo que las chispas no puedan alcanzar a los materiales combustibles cercanos.

Excepción: Se permitirá la instalación de estos motores sobre pisos o soportes de madera.

430.16 Exposición a la acumulación de polvo. En los lugares donde se pueda acumular polvo o material transportado por el aire, sobre los motores o dentro de ellos, en cantidades que puedan interferir gravemente con la ventilación o refrigeración de los mismos y, por consiguiente, dar lugar a temperaturas peligrosas, se deben utilizar tipos adecuados de motores encerrados que no se sobrecalienten en las condiciones de uso previstas.

Nota: En condiciones especialmente extremas, se puede requerir el uso de motores encerrados ventilados a través de tuberías o envolventes en cuartos separados herméticos al polvo, debidamente ventilados desde una fuente de aire limpia.

430.17 Motor de valor nominal más alto o más bajo. Para establecer el cumplimiento con las secciones 430.24, 430.53 (B) y 430.53 (C), el motor de valor nominal más alto o del más bajo se debe basar en la corriente nominal de plena carga, seleccionada a partir de las Tablas 430.247, 430.248, 430.249 y 430.250.

430.18 Tensión nominal de sistemas rectificadores. Para determinar la tensión de un sistema derivado rectificador, se debe tomar el valor nominal de la tensión de c.a. que está siendo rectificado.

Excepción: La tensión nominal de c.c. del rectificador se debe utilizar si ésta excede al valor pico de la tensión de c.a. que está siendo rectificada.

II. Conductores para circuitos de motores

430.21 Generalidades. En la Parte II se especifica la ampacidad de los conductores capaces de conducir la corriente del motor sin sobrecalentarse en las condiciones especificadas.

Las disposiciones de la Parte II no se deben aplicar a circuitos de motores de más de 600 voltios nominales.

Las disposiciones de los Artículos 250, 300 y 310 no se deben aplicar a los conductores que formen parte integral de equipos, tales como motores, controladores de motores, centros de control de motores u otros equipos de control ensamblados en fábrica.

Nota No. 1: Véanse otros requisitos similares en las secciones 300.1 (B) y 310.1.

Nota No. 2: Véanse los requisitos para terminales de dispositivos de equipos en las secciones 110.14 (C) y 430.9 (B).

Nota No. 3: para tensión nominal de más de 600 voltios, véase la Parte XI.

430.22 Un solo motor.

(A) Generalidades. Los conductores que alimenten un solo motor usado en una aplicación de servicio continuo, deben tener ampacidad no inferior al 125 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga del motor, como se determina en la sección 430.6 (A) (1).

Excepción: Para motores de c.c. que operan desde una fuente de alimentación monofásica rectificada, los conductores entre los terminales de alambrado del campo del rectificador y el motor, deben tener una ampacidad no inferior al siguiente porcentaje del valor nominal de corriente de plena carga del motor:

(a) El 190 por ciento, cuando se use un puente rectificador monofásico de media onda.

(b) El 150 por ciento, cuando se use un puente rectificador monofásico de onda completa.

(B) Motor con velocidades múltiples. Para un motor con velocidades múltiples, la selección de los conductores del circuito ramal en el lado de línea del controlador debe estar basada en la mayor de las corrientes nominales de plena carga indicada en la placa de características del motor. La selección de los conductores del circuito ramal entre el controlador y el motor se debe basar en la corriente nominal del devanado o devanados a los que energiza los conductores.

(C) Motor con arranque en estrella y funcionamiento en delta. Para motores conectados con arranque en estrella y funcionamiento en delta, la selección de los conductores del circuito ramal del lado de línea del controlador se debe basar en la corriente de plena carga del motor. La selección de los conductores entre el controlador y el motor se debe basar en el 58% de la corriente de plena carga del motor.

(D) Motor con devanado dividido. Para motores conectados con devanado dividido, la selección de los conductores del circuito ramal del lado de línea del controlador se debe basar en la corriente de plena carga del motor. La selección de los conductores entre el controlador y el motor se debe basar en el 50% de la corriente de plena carga del motor.

(E) Servicio no continuo. Los conductores para un motor usado en aplicaciones de corta duración, intermitentes, periódicas o variables, deben tener ampacidad no inferior al porcentaje del valor nominal de corriente de la placa de características del motor, mostrada en la Tabla 430.22(E), a menos que la autoridad con jurisdicción conceda permiso especial para conductores de una ampacidad menor.

(F) Envolvente de terminales separados. Se permitirá que los conductores entre un motor estacionario de 1 hp nominal o menos y el envolvente de terminales separado que permite la sección 430.245 (B), sean de calibre inferior al 14 AWG pero no inferior al 18 AWG, siempre que tengan una ampacidad como se especifica en la sección 430.22 (A).

430.23 Secundario de rotor devanado.

(A) Servicio continuo. Para servicio continuo, los conductores que conectan el secundario de un motor de corriente alterna de rotor devanado con su controlador, deben tener una capacidad de corriente no inferior al 125 por ciento de la corriente de plena carga del secundario del motor.

(B) Servicio no continuo. Para servicio diferente del continuo, estos conductores deben tener una ampacidad, en porcentaje de la corriente de plena carga del secundario, no inferior a la especificada en la Tabla 430.22 (E).

Tabla 430.22 (E). Servicio por ciclo de trabajo.

Clasificación del servicio	Porcentajes de valor nominal de corriente de las placas de características			
	Motor especificado para 5 min	Motor especificado para 15 min	Motor especificado para 30 y 60 min	Motor especificado para funcionamiento continuo
Servicio de corta duración: operación de válvulas, rodillos para elevación o descenso, etc.	110	120	150	--
Servicio intermitente: Elevadores de pasajeros y de carga de cabezales de herramientas, bombas, puentes levadizos, plataformas giratorias, etc. (Para soldadores de arco, véase la sección 630.11)	85	85	90	140
Servicio periódico: rodillos, máquinas de manipulación de minerales y carbón, etc.	85	90	95	140
Servicio variable	110	120	150	200

(C) Resistencia separada del controlador. Cuando la resistencia del secundario esté separada del controlador, la ampacidad de los conductores entre el controlador y la resistencia no debe ser inferior a la indicada en la Tabla 430.23 (C).

Tabla 430.23 (C). Conductor del secundario

Clasificación de servicio de la resistencia	Ampacidad del conductor en porcentaje de la corriente de plena carga del secundario
Arranque ligero	35
Arranque pesado	45
Arranque extra pesado	55
Ligero intermitente	65
Medio intermitente	75
Pesado intermitente	85
Continuo	110

430.24 Varios motores o un(os) motor(es) y otra(s) carga(s). Los conductores que alimentan varios motores o un(os) motor(es) y otra(s) carga(s) deben tener una ampacidad como mínimo del 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga del motor con el valor nominal más alto, más la suma de las corrientes nominales de plena carga de todos los otros motores del grupo, tal como se determina en la sección 430.6(A), más la ampacidad exigida para las demás cargas.

Nota: Véase el Anexo D, ejemplo No. D8.

Excepción No. 1: Cuando uno o más de los motores del grupo se utilicen para servicio de corta duración, intermitente, periódico o variable, el valor nominal en amperios de dichos motores utilizada en la suma, se debe determinar de acuerdo con la sección 430.22 (E). Para el motor de valor nominal más alto, en la suma se debe utilizar el mayor de los dos valores siguientes: valor nominal de corriente en amperios de la sección 430.22 (E) o la corriente más alta de plena carga en servicio continuo del motor multiplicada por 1.25.

Excepción No.2: La ampacidad de los conductores que alimentan equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente, operados con motor, debe cumplir lo establecido en la sección 424.3 (B).

Excepción No.3: Cuando los circuitos estén enclavados de modo que impidan el funcionamiento simultáneo de determinados motores y otras cargas, se permitirá que la ampacidad de los conductores se base en la suma de las corrientes de los motores y de las otras cargas que van a funcionar simultáneamente, y que den como resultado la mayor corriente total.

430.25 Equipos de varios motores y de cargas combinadas. La ampacidad de los conductores que alimentan equipos de varios motores y de cargas combinadas, no debe ser inferior a la ampacidad mínima del circuito marcada en el equipo, de acuerdo con la sección 430.7 (D). Cuando el equipo no esté alambrado en fábrica y las placas individuales de características queden visibles de acuerdo con la sección 430.7 (D) (2), la ampacidad de los conductores se debe determinar de acuerdo con la sección 430.24.

430.26 Factor de demanda del alimentador. Cuando se reduzca el calentamiento de los conductores como resultado de la operación en servicio intermitente o porque no todos los motores funcionan al mismo tiempo, la autoridad con jurisdicción puede otorgar permiso para que los conductores del alimentador tengan una ampacidad inferior a la especificada en la sección 430.24, siempre que los conductores tengan una ampacidad suficiente para la carga máxima determinada de acuerdo con el tamaño y número de los motores alimentados y con las características de sus cargas y ciclos de servicio.

Nota: Los factores de demanda determinados en el diseño de instalaciones nuevas, a menudo se pueden validar comparando con la experiencia histórica real en instalaciones similares. Con respecto a la información sobre el cálculo de las cargas y el factor de demanda. Consulte las normas ANSI/IEEE Std. 141, IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants, y ANSI/IEEE Std. 241, Recommended Practice for Electric Power systems in Commercial Buildings.

430.27 Condensadores con motores. Cuando se instalen condensadores en los circuitos de los motores, los conductores deben cumplir lo establecido en las secciones 460.8 y 460.9.

430.28 Derivaciones del alimentador. Los conductores de derivación del alimentador deben tener una ampacidad no inferior a la exigida en la Parte II, deben terminar en un dispositivo de protección del circuito ramal y además deben cumplir uno de los siguientes requisitos:

(1) Estar dentro de un controlador cerrado o en una canalización, no tener más de 3.0 m (10 pies) de longitud y, para su instalación en sitio, estar protegidos en el lado de línea del conductor de derivación por un dispositivo contra sobrecorriente cuyo valor nominal o ajuste no exceda el 1000 por ciento de la ampacidad del conductor de derivación.

(2) Tener una ampacidad como mínimo de un tercio de la de los conductores del alimentador, estar adecuadamente protegidos contra daños físicos o encerrados dentro de una canalización y no tener más de 7.5 m (25 pies) de longitud.

(3) Tener una ampacidad no inferior a la de los conductores del alimentador.

Excepción: Las derivaciones del alimentador de más de 7.5 m (25 pies) de longitud. En plantas industriales con naves de gran altura [de más de 11 m (35 pies) de altura de las paredes] y cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que sólo personas calificadas darán mantenimiento a la instalación, se permitirá que los conductores derivados del alimentador tengan como máximo 7.5 m (25 pies) de longitud medidos horizontalmente y como máximo 30.0 m (100 pies) de longitud total, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. La ampacidad de los conductores de derivación no es inferior a 1/3 de la de los conductores del alimentador.

b. Los conductores de derivación terminen en un solo interruptor automático o un solo conjunto de fusibles que cumplan con: (1) con la Parte IV, cuando los conductores del lado de la carga sean un circuito ramal, o (2) con la Parte V, cuando los conductores del lado de la carga sean un alimentador.

c. Los conductores de derivación estén protegidos adecuadamente contra daños físicos y están instalados en canalizaciones.

d. Los conductores de derivación sean continuos de un extremo a otro y no tengan empalmes.

e. Los conductores de derivación sean de cobre de calibre 6 AWG o de aluminio de calibre 4 AWG o mayor.

f. Los conductores de derivación no penetren en paredes, pisos o cielo rasos.

g. Las derivaciones no estén hechas a menos de 9.0 m (30 pies) del piso.

430.29 Motores de corriente continua de tensión constante - Resistencias de potencia. Los conductores que conectan el controlador de un motor a resistencias de potencia utilizadas para aceleración y frenado dinámico, montadas por separado en el circuito de la armadura, deben tener una ampacidad no inferior al valor calculado a partir de la Tabla 430.29 usando la corriente de plena carga del motor. Si se utiliza una resistencia de armadura en derivación *(shunt)*, la ampacidad del conductor de la resistencia de potencia de aceleración se debe calcular con base en el total de la corriente de plena carga del motor y de la corriente de la resistencia de armadura en derivación.

Los conductores de la resistencia de armadura en derivación deben tener una ampacidad no inferior a la calculada a partir de la Tabla 430.29, usando la corriente nominal de la resistencia en derivación como corriente de plena carga.

Tabla 430.29. Factores de valor nominal del conductor para resistencias de potencia

Tiempo en segundos		Ampacidad de los conductores en porcentaje de la corriente de plena carga
Encendido (ON)	Apagado (OFF)	
5	75	35
10	70	45
15	75	55
15	45	65
15	30	75
15	15	85
Servicio continuo		110

III. Protección contra sobrecarga de los motores y de los circuitos ramales

430.31 Generalidades. En la Parte III se especifican los dispositivos de protección contra sobrecarga proyectados para proteger los motores, aparatos de control de motores y conductores de los circuitos ramales de motores, contra el calentamiento excesivo debido a las sobrecargas del motor y a las fallas al arrancar.

> **Nota**: Véase la definición de sobrecarga en el Artículo 100.

Estas disposiciones no deben interpretarse como si se exigiera protección contra sobrecarga en los casos en los que esto pudiera introducir un riesgo adicional o aumentarlo, como en el caso de las bombas contra incendios.

> **Nota**: Para la protección de los conductores de alimentación de las bombas contra incendios, véase la sección 695.7.

Las disposiciones de la Parte III no se deben aplicar a los circuitos de motores de más de 600 voltios nominales.

Nota No. 1: Para una tensión superior a los 600 voltios nominales, véase la Parte XI.

Nota No. 2: Véase el apéndice D, ejemplo No. D8.

430.32 Motores de servicio continuo.

(A) De más de 1 caballo de fuerza. Todos los motores de servicio continuo de más de 1 hp nominal deben estar protegidos contra sobrecargas por uno de los medios indicados en las secciones 430.32 (A) (1) hasta (A) (4).

(1) Dispositivo separado de protección contra sobrecarga. Un dispositivo separado de protección contra sobrecarga que sea sensible a la corriente del motor. Este dispositivo se debe seleccionar para que se dispare o debe tener valor nominal no superior al siguiente porcentaje del valor nominal de corriente de plena carga, de la placa de características del motor:

Motores con un factor de servicio marcado de 1.15 o más: 125%

Motores con un aumento de temperatura marcado de 40° C o menos: 125%

Todos los demás motores: 115%

Se permitirá modificar estos valores tal como lo establece la sección 430.32 (C). En los motores de velocidades múltiples, se debe considerar por separado la conexión de cada devanado.

Cuando un dispositivo separado de protección contra sobrecarga de un motor esté conectado de modo que no conduzca la corriente total indicada en la placa de características del motor, como en el caso de un motor con arranque en estrella - delta, en el equipo debe estar claramente marcado el porcentaje de la corriente de la placa de características que se aplica a la selección o ajuste del dispositivo contra sobrecarga, o lo deberá tener en cuenta la tabla de selección dada por el fabricante.

Nota: Cuando haya instalados condensadores en el lado de la carga del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor, para la corrección del factor de potencia, véase la sección 460.9.

(2) Protector térmico. Un protector térmico integrado con el motor, aprobado para su uso con el motor que protege, con el fin de evitar el sobrecalentamiento peligroso del motor debido a la sobrecarga y a las fallas al arrancar. La corriente máxima de disparo en un motor protegido térmicamente no debe superar los siguientes porcentajes de la corriente de plena carga del motor, presentados en las Tablas 430.248, 430.249 y 430.250:

Corriente de plena carga del motor de 9 amperios o menos: 170%

Corriente de plena carga del motor entre 9.1 y 20 amperios inclusive: 156%

Corriente de plena carga del motor mayor a 20 amperios: 140%

Si el dispositivo de interrupción de corriente del motor está separado de él y su circuito de control es operado por un dispositivo protector integrado en el motor, debe estar dispuesto de manera que al

abrirse el circuito de control, resulte en una interrupción de la corriente del motor.

(3) Integrado al motor. Se permitirá instalar un dispositivo de protección integrado al motor que lo proteja contra los daños debidos a las fallas al arrancar, si el motor forma parte de un ensamble aprobado que normalmente no somete al motor a sobrecargas.

(4) De más de 1500 caballos de fuerza. Para motores de más de 1500 caballos de fuerza, un dispositivo de protección con detectores de temperatura incorporados en el motor que cause la interrupción del paso de corriente cuando el motor alcance un aumento de la temperatura por encima del marcado en la placa de características, para una temperatura ambiente de 40° C.

(B) De 1 caballo de fuerza o menos con arranque automático. Un motor de 1 caballo de fuerza o menos con arranque automático debe estar protegido contra sobrecarga por uno de los siguientes medios:

(1) Dispositivo separado de protección contra sobrecarga. Por un dispositivo separado de protección contra sobrecarga que cumpla con los requisitos de la sección 430.32 (A) (1).

En los motores de velocidades múltiples se debe considerar por separado la conexión de cada devanado. Se permitirá modificar estos valores de acuerdo con lo establecido en la sección 430.32 (C).

(2) Protector térmico. Un protector térmico integrado con el motor, aprobado para su uso con el motor que protege, con el fin de evitar el sobrecalentamiento peligroso debido a la sobrecarga y a las fallas al arrancar. Cuando el dispositivo de interrupción de corriente del motor esté separado de él y su circuito de control esté operado por un dispositivo protector integrado en el motor, debe estar dispuesto de manera que al abrirse el circuito de control, resulte en una interrupción de la corriente del motor.

(3) Integrado al motor. Se permitirá instalar un dispositivo de protección integrado con un motor, que lo proteja contra los daños debidos a las fallas al arrancar: (1) si el motor forma parte de un ensamble aprobado que normalmente no se somete al motor a sobrecargas, o (2) si el ensamble está equipado también con otros controles de seguridad (como los controles de combustión de seguridad de un quemador doméstico de combustible) que protejan al motor contra los daños debidos a las fallas al arrancar. Cuando el ensamble cuente con controles de seguridad que protejan al motor, esto se debe indicar en la placa de características del ensamble, que debe quedar visible después de la instalación.

(4) Protegido por impedancia. Si la impedancia de los devanados del motor es suficiente para evitar el sobrecalentamiento debido a las fallas al arrancar, se permitirá que el motor esté protegido como lo especifica la sección 430.32 (D) (2) (a) para los motores con arranque manual, si el motor forma parte de un ensamble aprobado en el cual el motor se autolimita de modo que no se llegue a sobrecalentar peligrosamente.

> **Nota**: Muchos motores de corriente alterna de menos de 1/20 de caballo de fuerza, como los motores de relojes, motores en serie, etc. y también otros más grandes, como los de par, entran en esta clasificación. En ella no entran los motores de fase dividida con interruptores automáticos que desconectan los devanados de arranque.

(C) Selección del dispositivo de protección contra sobrecarga. Cuando el elemento detector o el ajuste o el dimensionamiento del dispositivo de protección contra sobrecarga seleccionado de acuerdo con

las secciones 430.32 (A) (1) y 430.32 (B) (1) no son suficientes para arrancar el motor o llevar la carga, se permitirá el uso de elementos detectores de mayor tamaño o incrementos en los ajustes o el dimensionamiento, siempre que la corriente de disparo del dispositivo de protección contra sobrecarga no exceda los siguientes porcentajes del valor nominal de corriente de plena carga, de la placa de características del motor:

Motores con un factor de servicio marcado de 1.15 o más: 140%

Motores con un aumento de temperatura marcado de 40° C o menos: 140%

Todos los demás motores: 130%

El dispositivo de protección contra sobrecarga debe tener un tiempo de retardo suficiente para permitir que el motor arranque y acelere su carga, si no está derivado durante el periodo de arranque del motor, tal como se establece en la sección 430.35.

Nota: Un relé de sobrecarga Clase 20 o Clase 30 proporcionará un tiempo más prolongado de aceleración del motor que uno de Clase 10 o Clase 20 respectivamente. El uso de relés de sobrecarga de clase más alta puede evitar la necesidad de seleccionar una corriente de disparo más alta.

(D) De 1 caballo de fuerza o menos con arranque no automático.

(1) Instalado permanentemente. La protección contra sobrecarga debe estar de acuerdo con la sección 430.32 (B).

(2) Instalado no permanentemente.

(a) Al alcance de la vista desde el controlador. Se permitirá que la protección contra sobrecarga sea proporcionada por el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal; sin embargo, tal dispositivo de protección del circuito ramal no debe ser mayor que el especificado en la Parte IV del Artículo 430.

Excepción: Se permitirá instalar un motor de este tipo en un circuito ramal a 120 voltios nominales, protegido a no más de 20 amperios.

(b) Fuera del alcance de la vista desde el controlador. La protección contra sobrecarga debe estar de acuerdo con la sección 430.32 (B).

(E) Secundarios de rotor devanado. Se permitirá que los circuitos secundarios de motores de c.a. de rotor devanado, incluidos conductores, controladores, resistencias, etc., estén protegidos contra sobrecargas por el dispositivo contra sobrecarga del motor.

430.33 Motores de servicios intermitentes y similares. Se permitirá que un motor, utilizado para una condición que es inherentemente de servicio de corta duración, intermitente, periódica o variable, como se indica en la Tabla 430.22 (E), esté protegido contra sobrecargas por el dispositivo protector contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal, siempre que el valor nominal o ajuste del dispositivo protector no exceda los valores indicados en la Tabla 430.52.

Todas las aplicaciones de los motores se deben considerar como de servicio continuo, excepto si la naturaleza del aparato accionado por el motor es tal que éste no puede funcionar continuamente con carga bajo ninguna condición de uso.

430.35 Derivación *(shunting)* durante el período de arranque.

(A) Arranque no automático. Para un motor que no es arrancado automáticamente, se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecarga sea derivado o se desconecte del circuito durante el período de arranque del motor, si el dispositivo mediante el cual la protección contra sobrecarga se pone en derivación o se desconecta, no se pueda dejar en la posición de arranque y si los fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso, tienen un valor nominal o un valor de ajuste no superior al 400% de la corriente de plena carga del motor, y están ubicados en el circuito de modo que sean operativos durante el período de arranque del motor.

(B) Arranque automático. Si el motor es arrancado automáticamente, el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor no se debe poner en derivación ni desconectar durante el período de arranque.

Excepción: Se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor se ponga en derivación o se desconecte durante el período de arranque en un motor que sea arrancado automáticamente, cuando:

(a) El periodo de arranque del motor sea mayor que el tiempo de retardo de los dispositivos disponibles de protección contra sobrecarga del motor, y

(b) Se proporcionan los medios listados para:

(1) Detectar la rotación del motor y prevenir automáticamente la conexión en derivación o la desconexión en el evento de que el motor falle al arrancar, y

(2) Limitar el tiempo de derivación o de desconexión de la protección contra sobrecarga a un tiempo menor que el nominal de rotor bloqueado del motor protegido, y

(3) Prevenir la parada y el rearranque manual del motor si éste no alcanza su condición de funcionamiento normal.

430.36 Fusibles - en cuáles conductores. Cuando se empleen fusibles para proteger a los motores contra sobrecargas, se debe insertar un fusible en cada conductor no puesto a tierra y además en el conductor puesto a tierra, si el sistema de alimentación es de c.a., trifásico y trifilar, con un conductor puesto a tierra.

430.37 Dispositivos diferentes de fusibles - en cuáles conductores. Cuando se proteja un motor contra sobrecarga mediante dispositivos que no sean fusibles, el número mínimo permisible y la ubicación de las unidades de sobrecarga, como bobinas de disparo o relés, se determinan de acuerdo con la Tabla 430.37.

Tabla 430.37. Unidades de protección contra sobrecarga

Tipo de motor	Sistema de alimentación	Número y ubicación de las unidades de protección contra sobrecarga tales como bobinas de disparo o relés
Monofásico de c.a. o c.c.	Bifilar, una fase de c.a. o c.c., ninguno puesto a tierra.	1 en cualquier conductor.
Monofásico de c.a. o c.c.	Bifilar, una fase de c.a. o c.c., un conductor puesto a tierra.	1 en el conductor no puesto a tierra.
Monofásico de c.a. o c.c.	Bifilar, una fase de c.a. o c.c., con conductor del neutro puesto a tierra.	1 en cualquier conductor no puesto a tierra.
Monofásico de c.a.	Cualquiera de las tres fases.	1 en el conductor no puesto a tierra.
Dos fases de c.a.	Trifilar, dos fases, ninguno puesto a tierra.	2, uno en cada fase.
Dos fases de c.a.	Trifilar, dos fases de c.a., con un conductor puesto a tierra.	2 en los conductores no puesto a tierra.
Dos fases de c.a.	Tetrafilar, dos fases de c.a., puesto a tierra o no puesto a tierra.	2, 1 por cada fase en los conductores no puesto a tierra.
Dos fases de c.a.	Neutro puesto a tierra o pentafilar, dos fases de c.a., no puesto a tierra.	2, 1 por fase en cualquier hilo de fase no puesto a tierra.
Trifásico de c.a.	Cualquiera de las tres fases.	3, 1 en cada fase*

* Excepción: No se exigirá una unidad de protección contra sobre carga en cada fase cuando se suministra protección contra sobrecarga por otros medios aprobados.

Artículo 430.
Motores, circuitos de motores y controladores.

430.38 Número de conductores abiertos por el dispositivo de protección contra sobrecarga. Los dispositivos de protección contra sobrecarga de los motores, distintos de los fusibles o protectores térmicos, deben abrir simultáneamente un número suficiente de conductores no puestos a tierra para que se interrumpa el flujo de corriente al motor.

430.39 Controlador del motor como protección contra sobrecarga. También se permitirá usar un controlador de motor como protección contra sobrecarga si el número de unidades de sobrecarga cumple con lo establecido en la Tabla 430.37 y si esas unidades operan tanto durante el arranque como durante el funcionamiento del motor, en el caso de un motor de c.c., y durante el funcionamiento del motor en el caso de un motor de c.a.

430.40 Relés de sobrecarga. Los relés de sobrecarga y otros dispositivos para la protección de los motores contra sobrecarga, que no sean capaces de abrir cortocircuitos o fallas a tierra, deben estar protegidos por fusibles o interruptores automáticos con valores nominales o ajustes que cumplan lo establecido en la sección 430.52, o por un protector de motores contra cortocircuito, de acuerdo con la sección 430.52.

> *Excepción: Cuando estén aprobados para su instalación en grupo y marcados con el tamaño máximo del fusible o interruptor automático de tiempo inverso mediante el cual deben estar protegidos, los dispositivos de protección contra sobrecarga se deben proteger de acuerdo con este marcado*.
>
> **Nota**: Para los interruptores automáticos de disparo instantáneo o los protectores contra cortocircuito del motor, véase la Sección 430.52

430.42 Motores conectados a circuitos ramales de uso general. La protección contra sobrecarga de los motores conectados a circuitos ramales de uso general, tal como lo permite el Artículo 210, se debe brindar como se especifica en las secciones 430.42 (A), B), (C) o (D).

(A) No mayores de 1 caballo de fuerza. Se permitirá conectar uno o más motores sin dispositivos individuales de protección contra sobrecarga a un circuito ramal de uso general, únicamente si la instalación cumple las condiciones limitantes especificadas en las secciones 430.32 (B) y 430.32 (D) y 430.53 (A) (1) y (A) (2).

(B) De más de 1 caballo de fuerza. Se permitirá conectar motores de valor nominal mayor al especificado en la sección 430.53(A) a circuitos ramales de uso general, únicamente cuando cada motor esté protegido por un dispositivo de protección contra sobrecarga seleccionado para proteger el motor según lo especificado en la sección 430.32. Tanto el controlador como el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor deben estar aprobados para instalarlos en grupo con los dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra seleccionados de acuerdo con la sección 430.53.

(C) Conectados con cordón y clavija. Cuando un motor sea conectado a un circuito ramal por medio de una clavija de conexión y un receptáculo y no tenga instalado un dispositivo individual de protección contra sobrecarga como se especifica en la sección 430.42(A), el valor nominal del receptáculo y de la clavija de conexión no debe ser mayor de 15 amperios a 125 voltios o 250 voltios. Cuando se exija un dispositivo individual de protección contra sobrecarga según lo establece la sección 430.42 (B) para

un motor o electrodoméstico operado a motor conectado al circuito ramal mediante una clavija de conexión y un receptáculo, el dispositivo de protección contra sobrecarga debe formar parte integral del motor o del electrodoméstico. El valor nominal de la clavija de conexión y del receptáculo debe determinar el valor nominal del circuito al que se puede conectar el motor, tal como se establece en el Artículo 210.

(D) Retardo de tiempo. El dispositivo protector del circuito ramal contra cortocircuito y fallas a tierra al cual está conectado el motor o el electrodoméstico operado a motor, debe tener un tiempo de retardo suficiente para permitir que el motor arranque y acelere su carga.

430.43 Rearranque automático. No se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecarga de motores que pueda volver a arrancar automáticamente el motor después de dispararse, a no ser que dicho dispositivo esté aprobado para uso con el motor que protege. No se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecarga de motores que pueda rearrancar automáticamente un motor después de un disparo por sobrecarga, si el rearranque automático puede ocasionar lesiones a las personas.

430.44 Parada sistemática. Si la parada automática inmediata de un motor mediante un(os) dispositivo(s) de protección contra sobrecarga pudiera producir riesgos mayores o adicionales para las personas y se necesita la operación continua del motor para que la parada de los equipos o procesos sea segura, se permitirá conectar uno o varios dispositivos de detección de sobrecarga del motor que cumplan con lo establecido en la Parte III de este artículo a una alarma supervisada, en lugar de interrumpir inmediatamente el circuito del motor, con el fin de realizar una parada sistemática o tomar las medidas correctivas.

IV. Protección de circuitos ramales de motores contra cortocircuito y fallas a tierra

430.51 Generalidades. La Parte IV especifica los dispositivos proyectados para proteger los conductores de los circuitos ramales de motores, los controladores de motores y los motores, contra sobrecorrientes debidas a cortocircuitos o fallas a tierra. Estas reglas complementan o modifican lo establecido en el Artículo 240. Los dispositivos especificados en la Parte IV no incluyen los tipos de dispositivos exigidos en las Secciones 210.8, 230.95 y 590.6.

Las disposiciones de la Parte IV no se deben aplicar a los circuitos de motores de más de 600 voltios nominales.

Nota No. 1: Para tensiones de más de 600 voltios nominales, véase la Parte XI.

Nota No. 2: Véase el Anexo D, ejemplo D8.

430.52 Valor nominal o ajuste para circuitos individuales de motores.

(A) Generalidades. Los dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra de los circuitos ramales de motores deben cumplir lo establecido en las secciones 430.52 (B) y 430.52 (C) o (D), según sea aplicable.

(B) Todos los motores. El dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal del motor, debe ser capaz de conducir la corriente de arranque del motor.

(C) Valor nominal o ajuste.

(1) De acuerdo con la Tabla 430.52. Se debe emplear un dispositivo de protección con valor nominal o un ajuste que no exceda el valor calculado de acuerdo con los valores dados en la Tabla 430.52.

Excepción No. 1: Cuando los valores de los dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra de los circuitos ramales determinados según la Tabla 430.52, no correspondan a los tamaños o valores nominales estándar de los fusibles, interruptores automáticos y dispositivos térmicos de protección no ajustables o posibles ajustes de disparo de los interruptores automáticos ajustables, se permitirá utilizar el tamaño, valor nominal o posible ajuste que no exceda el valor nominal estándar de corriente inmediatamente superior.

Excepción No. 2: Cuando el valor nominal especificado en la Tabla 430.52, o el valor nominal modificado por la Excepción No. 1, no sea suficiente para la corriente de arranque del motor:

(a) Se permitirá aumentar el valor nominal de un fusible sin retardo de tiempo que no exceda los 600 amperios o de un fusible con retardo de tiempo de Clase CC, pero en ningún caso debe exceder el 400 por ciento de la corriente de plena carga.

(b) Se permitirá aumentar el valor nominal de un fusible de acción retardada (de elemento dual), pero en ningún caso debe exceder el 225 por ciento de la corriente de plena carga.

(c) Se permitirá aumentar el valor nominal de un interruptor automático de tiempo inverso, pero sin que en ningún caso exceda el 400 por ciento para corrientes de plena carga de 100 amperios o menos, o el 300 por ciento para corrientes de plena carga de más de 100 amperios.

(d) Se permitirá aumentar el valor nominal de un fusible de clasificación para 601 - 6000 amperios, pero sin que en ningún caso exceda el 300 por ciento de la corriente de plena carga.

Nota: Véase el Anexo D, Ejemplo D8 y la Figura 430.1.

(2) Tabla del relé de sobrecarga. Cuando al valor máximo nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal se muestre en la tabla que proporciona el fabricante del relé de sobrecarga para su uso con el controlador del motor, o esté marcada de cualquier otra forma en el equipo, ese valor no se debe exceder aun cuando se permitan valores superiores, tal como se ilustró antes.

(3) Interruptor automático de disparo instantáneo. Sólo se debe utilizar un interruptor automático de disparo instantáneo si es ajustable y forma parte de una combinación listada de motor y controlador con protección coordinada del motor contra sobrecarga y cortocircuito y falla a tierra en cada conductor, y si el ajuste se regula

a no más del valor especificado en la Tabla 430.52.

Nota: Para el propósito de este artículo, los interruptores automáticos de disparo instantáneo pueden incorporar un amortiguador de corrientes transitorias de irrupción o de energización *(Inrush current)* del motor, sin disparos molestos del interruptor automático.

Excepción No. 1: Cuando el ajuste especificado en la Tabla 430.52 no sea suficiente para la corriente de arranque del motor, se permitirá aumentar el ajuste del interruptor automático de disparo instantáneo, pero sin que en ningún caso exceda el 1300 por ciento de la corriente de plena carga del motor para motores distintos de los de diseño B energéticamente eficientes, ni más del 1700 por ciento de la corriente de plena carga del motor para motores de diseño B energéticamente eficientes. Se permitirán ajustes de disparo superiores al 800 por ciento para otros motores distintos de los del diseño B energéticamente eficientes y superior al 1100 por ciento para los motores del diseño B energéticamente eficientes, cuando su necesidad se haya demostrado por evaluación de ingeniería. En tales casos, no será necesario aplicar primero un interruptor automático con disparo instantáneo al 800 por ciento o al 1100 por ciento.

Nota: Para información adicional sobre los requisitos para un motor que va a ser clasificado como "energéticamente eficiente", véase el documento, NEMA Standards Publication No. MG1-1993, Revisión, Motors and Generators, parte 12.59.

Excepción No. 2: Cuando la corriente de plena carga del motor sea de 8 amperios o menos, se permitirá aumentar hasta el valor marcado en el controlador el ajuste del interruptor automático de disparo instantáneo con una corriente nominal continua de 15 amperios o menos, en una combinación listada de controlador de motor que proporcione protección coordinada del circuito ramal del motor contra sobrecarga, cortocircuito y fallas a tierra.

(4) Motor de velocidades múltiples. Para motores de velocidades múltiples se permitirá instalar un solo dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra para dos o más devanados del motor, siempre que el valor nominal del dispositivo de protección no exceda los porcentajes aplicables anteriores del valor nominal en la placa de características del devanado más pequeño protegido.

Excepción: En un motor de velocidades múltiples se permitirá utilizar un solo dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra, dimensionado de acuerdo con la corriente de plena carga del devanado de mayor corriente, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(a) Cada devanado está equipado con protección individual contra sobrecargas dimensionada de acuerdo con su corriente de plena

carga.

(b) Los conductores del circuito ramal que alimentan a cada devanado están dimensionados de acuerdo con la corriente de plena carga del devanado de mayor corriente de plena carga.

(c) *El controlador de cada devanado tiene un valor nominal en caballos de fuerza no inferior a la exigida para el devanado que posee el mayor valor nominal en caballos de fuerza.*

Tabla 430.52. Valor nominal o ajuste máximos de los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra para circuitos ramales de motores.

Tipo de motor	En porcentaje de la corriente de plena carga			
	Fusible sin retardo de tiempo (1)	Fusible de elemento dual (1) (de acción retardada)	Interruptor automático de disparo instantáneo	Interruptor automático de tiempo inverso (2)
Motores monofásicos	300	175	800	250
Motores polifásicos de c.a. distintos a los de rotor devanado	300	175	800	250
De jaula de ardilla: diferentes de los de diseño B energéticamente eficientes	300	175	800	250
De diseño B energéticamente eficientes	300	175	1100	250
Sincrónicos[3]	300	175	800	250
Con rotor devanado	150	150	800	150
De corriente continua (tensión constante)	150	150	250	150

Nota: Para algunas excepciones a los valores especificados, véanse la sección 430.54.

[1] Los valores de la columna fusible sin retardo de tiempo se aplican a fusibles de Clase CC de acción retardada.

[2] Los valores de la última columna también cubren los valores nominales de los interruptores automáticos de tiempo inverso no ajustables, que se pueden modificar como se describe en la sección 430.52(C) (1), excepción No. 1 y No. 2.

[3] Los motores sincrónicos de bajo par y baja velocidad (usualmente 450 rpm o menos), como los utilizados para accionar compresores alternativos, bombas, etc. que arrancan sin carga, no requieren que el valor nominal de los fusibles o el ajuste de los interruptores automáticos sea mayor al 200% de la corriente de plena carga.

(5) Dispositivos electrónicos de potencia. Para los dispositivos electrónicos de potencia en los sistemas de controladores de motores de estado sólido se permitirá utilizar fusibles adecuados en lugar de los dispositivos listados en la Tabla 430.52, siempre que al lado de los fusibles se marque claramente el valor nominal de los fusibles de repuesto.

(6) Controlador combinado auto protegido. Se permitirá un controlador combinado auto protegido listado, en lugar de los dispositivos especificados en la Tabla 430.52. Los ajustes de disparo instantáneo regulables no deben exceder el 1300 por ciento de la corriente de plena carga del motor para motores diferentes de los de diseño B energéticamente eficientes, ni más del 1700 por ciento de la corriente de plena carga de un motor, para motores de diseño B energéticamente eficientes.

Nota: Aplicación adecuada de combinación de controladores auto protegidos en sistemas trifásicos, distintos de los puestos a tierra sólidamente en conexión estrella, particularmente en los sistemas de conexión delta puestos a tierra en una esquina, considerados los controladores de combinación auto protegidos de polo individual con habilidad de interrupción.

(7) Protector del motor contra cortocircuito. Se permitirá un protector contra cortocircuito del motor en lugar de los dispositivos especificados en la Tabla 430.52, si dicho protector es parte de una combinación listada de controlador de motor que posee protección coordinada contra sobrecarga del motor y protección contra cortocircuito y fallas a tierra en cada conductor, y que abrirá el circuito a corrientes que exceden el 1300 por ciento de la corriente de plena carga del motor para motores diferentes de los de diseño B energéticamente eficientes y el 1700 por ciento de la corriente de plena carga para motores de diseño B energéticamente eficientes.

(D) Motores de par. Los circuitos ramales de los motores de par se deben proteger a la corriente nominal de la placa de características del motor, según la sección 240.4 (B).

430.53 Varios motores o cargas en un circuito ramal. Se permitirá conectar al mismo circuito ramal dos o más motores o uno o más motores y otras cargas, bajo las condiciones especificadas en las secciones 430.53 (D) y 430.53 (A), (B) o (C).

(A) No mayor de 1 caballo de fuerza. En un circuito ramal de 120 voltios nominales protegido a no más de 20 amperios o en un circuito ramal de 600 voltios nominales o menos, protegido a no más de 15 amperios, se permitirá conectar varios motores, ninguno de los cuales exceda de 1 caballo de fuerza de potencia nominal, si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) La corriente nominal de plena carga de cada motor no excede los 6 amperios.

(2) No se excede el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito

y fallas a tierra del circuito ramal, marcada en cualquiera de los controladores.

(3) La protección individual contra sobrecarga cumple lo establecido en la sección 430.32.

(B) Si se protege el motor de menor potencia nominal. Si se elige el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal, de modo que no exceda el valor permitido en la sección 430.52 para el motor más pequeño de valor nominal, se permitirá conectar al circuito ramal dos o más motores o uno o más motores y otra(s) carga(s), siempre que cada motor tenga protección individual contra sobrecarga y cuando se pueda determinar que el dispositivo protector contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal no se abrirá en las condiciones normales de servicio más fuertes que puedan darse.

(C) Otras instalaciones en grupos. Se permitirá conectar dos o más motores de cualquier valor nominal o uno o más motores y otra(s) carga(s), con cada motor con protección individual contra sobrecarga, a un circuito ramal cuando el controlador o controlador(es) del (los) motor(es) y el (los) dispositivo(s) de sobrecarga: (1) estén instalados como un ensamble listado de fábrica y el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal se suministre como parte del ensamble o esté especificado por el marcado en el ensamble; o (2) el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal del motor, el controlador o controladores de los motores y el o los dispositivos de sobrecarga sean instalados en sitio como ensambles separados listados para dicho uso y con instrucciones del fabricante para uso con cada uno de los otros; y (3) se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Cada dispositivo de protección contra sobrecarga de motor esté listado para su instalación en grupo con un fusible o con un interruptor automático de tiempo inverso con valores nominales máximos especificados, o con los dos.

(2) Todos los controladores de los motores estén listados para instalación en grupo con un fusible o con un interruptor automático con valores nominales máximos especificados, o con los dos.

(3) Todos los interruptores automáticos sean del tipo de tiempo inverso y estén listados.

(4) El circuito ramal debe estar protegido por fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso con un valor nominal que no exceda lo especificado en la sección 430.52 para el motor de mayor valor nominal conectado al circuito ramal más una cantidad igual a la suma de los valores de corriente nominales de plena carga de todos los demás motores y los valores nominales de las otras cargas conectadas al circuito. Cuando este cálculo dé como resultado un valor nominal inferior a la ampacidad de los conductores de alimentación, se permitirá aumentar el valor nominal máximo de los fusibles o del interruptor automático hasta un valor que no exceda el permitido por la sección 240.4 (B).

(5) Los fusibles del circuito ramal o los interruptores automáticos de tiempo inverso no sean mayores que los permitidos por la sección 430.40 para el relé de sobrecarga que protege el motor de menor valor nominal del grupo.

(6) La protección contra sobrecorriente para las cargas diferentes de las de motor

debe estar de acuerdo con las Partes I hasta VII del Artículo 240.

Nota: Respecto a la impedancia y otras características del circuito, véase la sección 110.10.

(D) Derivaciones para un solo motor. Para las instalaciones en grupo descritas anteriormente, no se exigirá que los conductores de cualquier derivación que alimenten un solo motor, tengan un dispositivo individual de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal, siempre que cumpla con alguna de las condiciones siguientes:

(1) Ningún conductor al que vaya conectado el motor debe tener ampacidad menor que la de los conductores del circuito ramal.

(2) Ningún conductor al que vaya conectado el motor debe tener ampacidad menor de un tercio de la de los conductores del circuito ramal, con un mínimo de acuerdo con la sección 430.22; los conductores a los que va conectado el dispositivo contra sobrecarga del motor no midan más de 7.5 m (25 pies) de longitud y están protegidos contra daños físicos.

(3) Se permitirá que los conductores desde el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal hasta un controlador manual de motor, listado y marcado adicionalmente como "Adecuado para protección del conductor de derivación en instalaciones en grupo" tengan ampacidad no inferior a un décimo del valor nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal. Los conductores desde el controlador hasta el motor deben tener ampacidad de acuerdo con la sección 430.22. Los conductores desde el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal deben (1) estar protegidos adecuadamente contra daños físicos y encerrados bien sea por un controlador cerrado o una canalización y tener una longitud máxima de 3 m (10 pies) o (2) tener ampacidad no inferior a la de los conductores del circuito ramal.

430.54 Equipo con varios motores y cargas combinadas. El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal para equipos con varios motores y cargas combinadas, no debe ser superior al valor nominal marcado en el equipo, según la sección 430.7 (D).

430.55 Protección contra sobrecorriente combinada. Se permitirá combinar en un solo dispositivo la protección contra cortocircuito, fallas a tierra y sobrecarga del circuito ramal de motores, siempre que el valor nominal o el ajuste del dispositivo proporcione la protección contra sobrecarga especificada en la sección 430.32.

430.56 Dispositivos de protección del circuito ramal - en cuáles conductores. Los dispositivos de protección de los circuitos ramales deben cumplir lo establecido en la sección 240.15.

430.57 Tamaño del portafusibles. Cuando se utilicen fusibles para la protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal de motores, los portafusibles deben ser de un tamaño no inferior al necesario para alojar los fusibles especificados en la Tabla 430.52.

Excepción: Cuando se utilicen fusibles que tengan un retardo de tiempo apropiado para las características de arranque del motor, se permitirá utilizar portafusibles dimensionados para ajustarse a los fusibles que se usen.

430.58 Valor nominal del interruptor automático. Un interruptor automático para la protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal de motores, debe tener un valor nominal de corriente de acuerdo con las secciones 430.52 y 430.110.

V. Protección contra cortocircuito y fallas a tierra del alimentador de motores

430.61 Generalidades. En la Parte V se especifican los dispositivos de protección proyectados para proteger los conductores del alimentador de los motores contra sobrecorrientes debidas a cortocircuitos o fallas a tierra.

Nota: Véase el Anexo D, Ejemplo D8.

430.62 Valor nominal o ajuste - Carga del motor.

(A) Carga específica. Un alimentador que se utilice para la alimentación de una(s) carga(s) fija(s) específica(s) de motor(es) y que conste de conductores dimensionados en base a la sección 430.24, debe estar dotado de un dispositivo de protección con un valor nominal o ajuste no superior al mayor valor nominal o ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal para cualquier motor alimentado por el alimentador [con base en el valor máximo permitido para el tipo específico de uno de los dispositivos protectores de acuerdo con las secciones 430.52 o 440.22 (A) para motocompresores con circuito hermético del refrigerante], más la suma de todas las corrientes de plena carga de los demás motores del grupo.

Para los cálculos anteriores, cuando en dos o más de los circuitos ramales del grupo se utilice un dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal del mismo valor nominal o ajuste, uno de los dispositivos de protección se debe considerar como el de mayor corriente.

Excepción No. 1: Cuando se utilicen uno o más interruptores automáticos de disparo instantáneo o protectores contra cortocircuito de motores para la protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal de motores, tal como lo permite la sección 430.52 (C), se debe aplicar el procedimiento descrito anteriormente para determinar el valor nominal máximo del dispositivo de protección del alimentador, con la siguiente prevención: Para efectos del cálculo, se debe asumir que todos los interruptores automáticos de disparo instantáneo o dispositivos de protección contra cortocircuito del motor tienen un valor nominal que no excede el porcentaje máximo de la corriente de plena carga del motor que permite la Tabla 430.52 para el tipo de dispositivo protector del alimentador empleado.

Excepción No. 2: Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador también proporciona protección contra sobrecorriente para un centro de control de motores, se deben aplicar las disposiciones de la sección 430.94.

Nota: Véase el Anexo D, Ejemplo D8.

(B) Otras instalaciones. Cuando los conductores del alimentador tengan una ampacidad superior a la exigida en la sección 430.24, se permitirá que el valor nominal o de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador se base en la ampacidad de los conductores del alimentador.

430.63 Valor nominal o ajuste - Cargas de fuerza y alumbrado. Cuando un alimentador alimente una carga de motor y además, una carga de alumbrado o de alumbrado y electrodomésticos, se permitirá que el dispositivo protector del alimentador tenga un valor nominal o ajuste suficiente para soportar la carga de alumbrado o de alumbrado y electrodomésticos, más las siguientes:

(1) Para un solo motor, el valor nominal permitido en la sección 430.52.

(2) para un moto compresor hermético con refrigerante, el valor nominal permitido en la sección 440.22.

(3) Para dos o más motores, el valor nominal permitido en la sección 430.62.

Excepción: Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador proporciona la protección contra sobrecorriente para un centro de control de motores, se deben aplicar las disposiciones de la sección 430.94.

VI. Circuitos de control de motores

430.71 Generalidades. La Parte VI contiene las modificaciones a los requisitos generales que se aplican a las condiciones particulares de los circuitos de control de motores.

Nota: Para los requisitos de los terminales de dispositivos para los equipos, véase la sección 430.9 (B).

430.72 Protección contra sobrecorriente.

(A) Generalidades. Un circuito de control de motores derivado del lado de la carga de un dispositivo o dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal de motores y que funcione para controlar el motor o motores conectados a ese circuito ramal, debe estar protegido contra sobrecorriente de acuerdo con la sección 430.72. Dicho circuito de control conectado en derivación no se debe considerar como un circuito ramal y se permitirá que esté protegido ya sea por un(os) dispositivo(s) de protección contra sobrecorriente del circuito ramal o por dispositivos complementarios. Un circuito de control de motores distinto del conectado en derivación debe estar protegido contra sobrecorriente de acuerdo con la sección 725.43 o con las Notas de las Tablas 11 (A) y 11 (B) del Capítulo 9, según sea aplicable.

(B) Protección de los conductores. La protección contra sobrecorriente de los conductores se debe suministrar como se especifica en las secciones 430.72 (B) (1) o (B) (2).

Excepción No. 1: Cuando la apertura del circuito de control pudiera crear una situación de peligro, como por ejemplo, el circuito de control de una bomba contra incendios y similares, los conductores de los circuitos de control requerirán solamente protección contra cortocircuitos y fallas a tierra y se permitirá que estén

protegidos por el(los) dispositivo(s) de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de los circuitos ramales.

Excepción No. 2: Se permitirá que los conductores alimentados por el lado secundario de un transformador monofásico con secundario de sólo dos hilos (una sola tensión) estén protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado primario (alimentación) del transformador, siempre que esa protección no exceda el valor determinado al multiplicar el valor nominal máximo adecuado del dispositivo de protección contra sobrecorriente para el conductor del secundario, según la Tabla 430.72 (B), por la relación de transformación de tensión del secundario al primario. Los conductores del secundario del transformador (distintos de los bifilares) no se deben considerar protegidos por la protección contra sobrecorriente del primario.

(1) Protección independiente contra sobrecorriente. Cuando el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito ramal del motor no brinda protección de acuerdo con la sección 430.72 (B) (2), se debe suministrar una protección separada contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente no debe exceder los valores especificados en la columna A de la Tabla 430.72 (B).

(2) Dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal. Se permitirá que los conductores estén protegidos por el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito ramal del motor y se exigirá solamente protección contra cortocircuitos y fallas a tierra. Cuando los conductores no se extienden más allá del envolvente del equipo de control del motor, el valor nominal del(los) dispositivo(s) de protección no debe(n) exceder el valor especificado en la columna B de la Tabla 430.72 (B). Cuando los conductores se extienden más allá del envolvente del equipo de control del motor, el valor nominal del (los) dispositivo(s) de protección no debe(n) exceder el valor especificado en la columna C de la Tabla 430.72 (B).

(C) Transformador del circuito de control. Cuando se suministre un transformador para el circuito de control de motores, dicho transformador debe estar protegido de acuerdo con las secciones 430.72 (C) (1), (C) (2), (C) (3), (C) (4) o (C) (5).

Excepción: La protección contra sobrecorriente se debe omitir cuando la apertura del circuito de control pudiera crear una situación de riesgo, como por ejemplo, el circuito de control de un motor de una bomba contra incendios y similares.

(1) Conformidad con el Artículo 725. Cuando el transformador alimenta un circuito con potencia limitada Clase 1, un circuito de control remoto Clase 2 o Clase 3 que cumple los requisitos del Artículo 725, la protección debe cumplir con el Artículo 725.

(2) Conformidad con el Artículo 450. Se permitirá proporcionar la protección de acuerdo con la sección 450.3.

(3) Menos de 50 Volt-Amperios. Se permitirá que los transformadores de circuitos de control de menos de 50 volt-amperios (VA) nominales, que son parte integral del controlador del motor y que están ubicados dentro del envolvente del controlador del motor, estén protegidos por los dispositivos de protección contra sobrecorriente del primario, medios de limitación por impedancia u otros medios de protección inherentes.

(4) Primario de menos de 2 amperios. Cuando la corriente nominal del primario del transformador del

circuito de control es inferior a 2 amperios, en el circuito primario se permitirá un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor nominal o ajustado para máximo el 500 por ciento de la corriente nominal del primario.

(5) Otros medios. Se permitirá brindar protección por otros medios aprobados.

Tabla 430.72 (B). Valor nominal máximo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, en amperios

Calibre de los conductores del circuito de control (AWG)	Columna A		Protección brindada por dispositivo(s) de protección de circuitos ramales del motor			
			Columna B		Columna C	
	Protección brindada separadamente		Conductores dentro del gabinete		Conductores que se extienden más allá del gabinete	
	Cobre	Alumino o aluminio recubierto de cobre	Cobre	Alumino o aluminio recubierto de cobre	Cobre	Alumino o aluminio recubierto de cobre
18	7	--	25	--	7	--
16	10	--	40	--	10	--
14	(Nota 1)	--	100	--	45	--
12	(Nota 1)	(Nota 1)	120	100	60	45
10	(Nota 1)	(Nota 1)	160	140	90	75
Más de 10	(Nota 1)	(Nota 1)	(Nota 2)	(Nota2)	(Nota3)	(Nota3)

Notas:
1. Valor especificado en la sección 310.15, según sea aplicable.
2. 400 por ciento del valor especificado en la Tabla 310.17 para conductores a 60° C.
3. 300 por ciento del valor especificado en la Tabla 310.16 para conductores a 60° C.

430.73 Protección del conductor contra daños físicos. Cuando el daño al circuito de control de motores se constituya en un riesgo, todos los conductores de dicho circuito de control remoto de motores que estén fuera del propio dispositivo de control, deben estar instalados en una canalización o estar protegidos contra daños físicos por otro medio adecuado.

430.74 Disposición eléctrica de los circuitos de control.
Cuando un lado del circuito de control del motor esté puesto a tierra, ese circuito debe estar dispuesto de modo que un contacto accidental a tierra del circuito de control separado del controlador del motor: (1) no arranque el motor y (2) no evite la acción de los dispositivos manuales de parada o de los dispositivos de seguridad de parada automática.

430.75 Desconexión.

(A) Generalidades. Los circuitos de control del motor deben estar instalados de modo que queden desconectados de todas las fuentes de alimentación cuando los medios de desconexión estén en la

posición abierta. Se permitirá que los medios de desconexión consten de dos o más dispositivos independientes, uno de los cuales desconecte el motor y el controlador de la(s) fuente(s) de alimentación del motor, y los demás desconecten el(los) circuito(s) de control de motores de su fuente de alimentación. Cuando se utilicen dispositivos separados, deben estar ubicados inmediatamente adyacentes entre sí.

Excepción No. 1: Cuando se requiera desconectar más de 12 conductores del circuito de control del motor, se permitirá que los medios de desconexión no estén localizados inmediatamente adyacentes entre sí, cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

(a) El acceso a las partes energizadas esté limitado a personas calificadas, de acuerdo con la parte XI de este Artículo.

(b) Se coloque una señal permanente de advertencia en el exterior de todas las puertas o cubiertas de los envolventes de equipos que den acceso a partes vivas del circuito o circuitos de control de motores, que adviertan que el(los) medio(s) de desconexión del circuito de control del motor está(n) ubicado(s) a distancia y especifique la ubicación e identificación de cada medio de desconexión. Cuando las partes energizadas no estén en un envolvente de equipos, tal como lo permiten las secciones 430.232 y 430.233, se deben colocar una o más señales adicionales de advertencia en lugar visible para las personas que puedan estar trabajando en el área donde haya partes energizadas.

Excepción No.2: Se permitirá que el medio de desconexión del circuito de control del motor esté separado del medio de desconexión de la alimentación del controlador del motor, cuando la apertura de uno o más de los medios de desconexión del circuito de control del motor pueda dar como resultado condiciones potencialmente inseguras para el personal o la propiedad, y se cumplan las condiciones de los literales (a) y (b) de la Excepción No. 1 anterior.

(B) Transformador de control en el envolvente del controlador. Cuando se use un transformador u otro dispositivo para obtener una tensión reducida para el circuito de control del motor y esté ubicado en el gabinete del controlador, dicho transformador o dispositivo debe estar conectado al lado de la carga del medio de desconexión del circuito de control del motor.

VII. Controladores de motores

430.81 Generalidades. La Parte VII está proyectada para especificar los controladores adecuados para todo tipo de motores.

(A) Motores estacionarios de 1/8 de caballo de fuerza o menos. Se permitirá que los medios de desconexión del circuito ramal sirvan como controlador de motores estacionarios de 1/8 de caballo de fuerza nominal o menos que normalmente se dejan funcionando y que estén construidos de modo que no se puedan dañar por sobrecargas o fallas al arrancar, tal como los motores de relojes y similares.

(B) Motores portátiles de 1/3 de caballo de fuerza o menos. Para un motor portátil de 1/3 de caballo de fuerza nominal o menos, se permitirá que el controlador sea una clavija de conexión y un receptáculo.

430.82 Diseño del controlador.

(A) Arranque y parada. Cada controlador debe tener la capacidad de arrancar y parar el motor que controla y de interrumpir la corriente de rotor bloqueado del motor.

(B) Autotransformador. Un arranque mediante autotransformador debe tener una posición de apagado "off", una posición de marcha y como mínimo una posición de arranque, y debe estar diseñado de modo que no pueda permanecer en la posición de arranque o en cualquier otra posición que pueda dejar inoperante el dispositivo de protección contra sobrecarga del circuito.

(C) Reóstatos. Los reóstatos deben cumplir los siguientes requisitos:

(1) Los reóstatos de arranque del motor deben estar diseñados de modo que el brazo de contacto no pueda quedar sobre segmentos intermedios. El punto o placa en la cual descansa el brazo cuando está en posición de arranque no debe estar conectado eléctricamente con la resistencia.

(2) Los reóstatos de arranque para motores de corriente continua operados desde una fuente de alimentación de tensión constante, deben estar equipados con dispositivos automáticos que interrumpan la alimentación antes de que la velocidad del motor haya caído a menos de 1/3 de su valor nominal normal.

430.83 Valores nominales. El controlador debe tener un valor nominal tal como se especifica en 430.83 (A), a menos que se permita algo diferente en 430.83 (B) o (C) o como se especifica en (D), bajo las condiciones especificadas.

(A) Generalidades.

(1) Valores nominales en caballos de fuerza. Los controladores, diferentes de los interruptores automáticos de tiempo inverso y de los interruptores de caja moldeada, deben tener valores nominales de potencia a la tensión de la aplicación, no inferiores al valor de potencia nominal del motor.

(2) Interruptor automático. Se permitirá como controlador para todos los motores un interruptor automático de tiempo inverso del circuito ramal, clasificado en amperios. Cuando este interruptor automático se usa también para protección contra sobrecarga, debe cumplir con las disposiciones correspondientes de este artículo concernientes a la protección contra sobrecarga.

(3) Interruptor de caja moldeada. Se permitirá un interruptor de caja moldeada clasificado en amperios como controlador para todos los tipos de motores.

(B) Motores pequeños. Se permitirá instalar como controladores dispositivos como los especificados en la sección 430.81 (A) y (B).

(C) Motores estacionarios de 2 caballos de fuerza o menos. Para los motores estacionarios de 2

caballos de fuerza nominales o menos y 300 voltios o menos, se permitirá que funcione como controlador cualquiera de los siguientes: (1) Un interruptor para uso general con un valor nominal en amperios no inferior al doble del valor nominal de corriente de plena carga del motor. (2) En circuitos de c.a., un interruptor de acción rápida para uso general, adecuado solamente para uso en c.a. (no interruptores de acción rápida de c.a y c.c. para uso general), cuando el valor nominal de corriente de plena carga del motor no es mayor del 80 por ciento del valor nominal del interruptor, en amperios.

(D) Motores de par. Para motores de par, el controlador debe tener un valor nominal de corriente de plena carga en servicio continuo no inferior al valor nominal de corriente de la placa de características del motor. Para un controlador de motor clasificado en caballos de fuerza pero no marcado con el anterior valor nominal de corriente, el valor nominal de corriente equivalente se debe determinar a partir del valor nominal en caballos de fuerza, utilizando las Tablas 430.247, 430.248, 430.249 ó 430.250.

(E) Tensión nominal. Se permitirá instalar un controlador de una sola tensión nominal, por ejemplo, 240 voltios o 480 voltios, en un circuito en el que la tensión nominal entre dos conductores cualesquiera no exceda el valor nominal de tensión del controlador. Si el controlador fuera de tensión dual, por ejemplo: 120/240 voltios o 480Y/277 voltios, sólo se debe instalar en un circuito sólidamente puesto a tierra cuya tensión nominal entre cualquier conductor y tierra no sea superior al menor de los dos valores de valor nominal del controlador, y la tensión nominal entre dos conductores cualesquiera no exceda el valor más alto del valor nominal de tensión del controlador.

430.84 No es necesario que abra todos los conductores. No se exigirá que el controlador abra todos los conductores del motor.

> *Excepción: Cuando el controlador se utilice también como medio de desconexión, debe abrir todos los conductores no puestos a tierra del motor, según establece la sección 430.111.*

430.85 En conductores puestos a tierra. Se permitirá que un polo del controlador esté ubicado en un conductor puesto a tierra permanentemente, siempre que el controlador esté diseñado de modo que el polo del conductor puesto a tierra no se pueda abrir sin que se abran simultáneamente todos los demás conductores del circuito.

430.87 Número de motores alimentados por cada controlador. Cada motor debe tener su propio controlador individual.

> *Excepción No. 1: Para motores de 600 voltios nominales o menos, se permitirá utilizar un solo controlador de valor nominal no inferior al valor en caballos de fuerza equivalente de todos los motores del grupo, determinada de acuerdo con la sección 430.110 (C) (1), bajo cualquiera de las condiciones siguientes:*
>
> > *(a) Cuando varios motores accionen distintas partes de una sola máquina o pieza de aparato, como máquinas herramientas para el trabajo del metal o de la madera, grúas, montacargas y aparatos similares.*
> >
> > *(b) Cuando un grupo de motores esté protegido por un solo*

dispositivo de sobrecorriente, como se permite en la sección 430.53(A).

(c) Cuando un grupo de motores esté ubicado en un solo cuarto al alcance de la vista desde la ubicación del controlador.

Excepción No. 2: Se permitirá que el medio de desconexión del circuito ramal que sirve como controlador, tal como lo permite la sección 430.81 (A), alimente a más de un motor.

430.88 Motores de velocidad ajustable. Los motores de velocidad ajustable que son controlados por medio de un regulador de campo, deben estar equipados y conectados de modo que no se puedan arrancar con un campo debilitado.

Excepción: Se permitirá arrancar con un campo debilitado, cuando el motor esté diseñado para arrancar de esa forma.

430.89 Limitación de la velocidad. Las máquinas de los siguientes tipos deben estar provistas de un dispositivo o de otro medio de limitación de velocidad:

(1) Motores de c.c. excitados separadamente.

(2) Motores en serie.

(3) Grupos motor - generador y convertidores que puedan ser conducidos a una velocidad excesiva desde el extremo de corriente continua, ya sea por invertirse el sentido de la corriente o por una reducción de la carga.

Excepción: No se exigirán dispositivos o medios de limitación de velocidad separados bajo ninguna de las condiciones siguientes:

(1) Cuando las características intrínsecas de las máquinas, del sistema o de la carga y sus conexiones mecánicas sean tales que limiten la velocidad con seguridad.

(2) Cuando la máquina esté siempre bajo el control manual de un operario calificado.

430.90 Combinación de portafusibles e interruptor como controlador. El valor nominal de cualquier combinación de portafusibles e interruptor que se utilice como controlador de un motor debe ser tal que el portafusibles admita el tamaño de fusible especificado en la Parte III de este artículo para la protección contra sobrecargas del motor.

Excepción: Cuando se utilicen fusibles con un tiempo de retardo adecuado para las características de arranque del motor, se permitirá utilizar portafusibles de menor tamaño al especificado en la Parte III de este Artículo.

VIII. Centros de control de motores

430.92 Generalidades. La Parte VIII trata de los centros de control de motores instalados para el control de motores, alumbrado y circuitos de potencia.

430.94 Protección contra sobrecorriente. Los centros de control de motores deben estar dotados con protección contra sobrecorriente de acuerdo con las Partes I, II y IX el Artículo 240. El valor nominal en amperios o el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe exceder el valor nominal de la barra conductora común de potencia. Esta protección debe ser proporcionada por: (1) un dispositivo de protección contra sobrecorriente ubicado antes del centro de control de motores o (2) un dispositivo principal de protección contra sobrecorriente ubicado dentro del centro de control de motores.

430.95 Equipo de acometida. Si se utiliza como equipo de la acometida, cada centro de control de motores debe estar equipado de un solo medio principal de desconexión que desconecte todos los conductores no puestos a tierra de la acometida.

> *Excepción: Se permitirá un segundo medio de desconexión de la acometida para alimentar equipos adicionales.*

Cuando se proporcione un conductor puesto a tierra, el centro de control de motores debe tener un puente principal de unión, dimensionado de acuerdo con la sección 250.28 (D), dentro de una de las secciones para la conexión del conductor puesto a tierra, en el lado de alimentación, a la barra conductora de puesta a tierra de equipos del centro de control de motores.

> *Excepción: Se permitirá que se conecte como se indica en sección 250.36 los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia.*

430.96 Puesta a tierra. Los centros de control de motores que consten de varias secciones deben estar conectados entre sí con un conductor de puesta a tierra de equipos o a una barra conductora equivalente de puesta a tierra de equipos dimensionada de acuerdo con la Tabla 250.122. Los conductores de puesta a tierra de equipos se deben conectar a esta barra conductora de puesta a tierra de equipos o a un punto terminal de puesta a tierra instalado en un centro de control de motores de una sola sección.

430.97 Barras colectoras y conductores.

(A) Soporte y disposición. Las barras colectoras deben estar protegidas contra daños físicos y sostenidas firmemente en su sitio. En una sección vertical sólo deben estar ubicados los conductores proyectados para terminar en esa sección, además de los necesarios para las interconexiones y el alambrado de control.

> *Excepción: Se permitirá que los conductores atraviesen horizontalmente las secciones verticales siempre que estén separados de las barras colectoras, por una barrera.*

(B) Disposición de las fases. La disposición de las fases en las barras conductoras comunes de potencia trifásica, horizontales y verticales, debe ser A, B y C del frente hacia atrás, de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha vistas desde la parte frontal del centro de control de motores. La fase B debe ser la fase que tiene la mayor tensión a tierra en sistemas trifásicos tetrafilares conectados en delta. Se permitirán otras disposiciones de las barras colectoras para adiciones a instalaciones existentes, y se deben marcar.

> *Excepción: Se permitirá que las unidades montadas por detrás conectadas a una barra conductora vertical que es común a las unidades montadas por el frente,*

tengan las fases en orden C, B, A, siempre que estén debidamente identificadas.

(C) Espacio mínimo de curvatura del alambrado. El espacio mínimo de curvatura del alambrado en los terminales del centro de control de motores y el espacio mínimo de las canales, deben ser los exigidos en el Artículo 312.

(D) Separación. La separación entre los terminales de la barra conductora del centro de control de motores y otras partes metálicas desnudas, no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 430.97.

(E) Barreras. En todos los centros de control de motores de entrada de la acometida se deben instalar barreras que separen las barras colectoras de la acometida y los terminales del resto del centro de control de motores.

430.98 Marcado.

(A) Centros de control de motores. Los centros de control de motores deben estar marcados según la sección 110.21, y tales marcas deben estar claramente visibles después de la instalación. Las marcas deben incluir también el valor nominal de corriente de las barras conductoras comunes de potencia y el valor nominal de cortocircuito del centro de control de motores.

Tabla 430.97. Separación mínima entre partes metálicas desnudas

Tensión nominal	Polaridad opuesta, cuando están montadas en la misma superficie		Polaridad opuesta cuando se mantienen libres en el aire		Partes vivas a tierra	
	mm	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada
125 voltios nominales máximo	19.1	3/4	12.7	1/2	12.7	1/2
250 voltios nominales máximo	31.8	1 ¼	19.1	3/4	12.7	1/2
600 voltios nominales máximo	50.8	2	25.4	1	25.4	1

(B) Unidades de control de motores. Las unidades de control de motores instaladas en un centro de control de motores deben cumplir lo establecido en la sección 430.8.

IX. Medios de desconexión

430.101 Generalidades. La Parte IX está prevista para exigir los medios de desconexión capaces de desconectar los motores y controladores del circuito.

Nota No. 1: Véase la Figura 430.1.

Nota No. 2: Para la identificación de los medios de desconexión, véase la sección 110.22.

430.102 Ubicación.

(A) Controlador. Se debe proporcionar un medio de desconexión individual para cada controlador y debe desconectar el controlador. El medio de desconexión se debe ubicar al alcance de la vista desde el lugar en que se encuentra el controlador.

Excepción No. 1: En los circuitos de motores de más de 600 voltios nominales, se permitirá instalar fuera del alcance de la vista desde el controlador un medio de desconexión capaz de ser bloqueado en posición abierta, siempre que el controlador esté marcado con una etiqueta de advertencia que indique la ubicación del medio de desconexión.

Excepción No. 2: Se permitirá un solo medio de desconexión para un grupo de controladores coordinados que accionan varias partes de una sola máquina o pieza de un aparato. El medio de desconexión debe estar ubicado al alcance de la vista desde los controladores, y tanto el medio de desconexión como los controladores deben estar ubicados al alcance de la vista desde la máquina o aparato.

Excepción No. 3: No se exigirá que le medio de desconexión esté al alcance de la vista desde ensambles de válvulas activadas por motor (VAM) que contengan el controlador donde tal ubicación introduce riesgos adicionales o los incrementa para las personas o la propiedad y se cumplan las condiciones de los literales (a) y (b).

(a)El ensamble de válvulas activadas por motor está marcado con una etiqueta de advertencia que indica la ubicación del medio de desconexión.

(b)La previsión para bloquear o agregar un bloqueo al medio de desconexión se debe instalar sobre o en el interruptor o interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su lugar con o sin el bloqueo instalado.

(B) Motor. Se debe proporcionar un medio de desconexión para un motor de acuerdo con las secciones (B) (1) o (B) (2).

(1) Desconector independiente para el motor. Un medio de desconexión para el motor se debe ubicar al alcance de la vista desde el motor y la maquinaria accionada.

(2) Desconector controlador. Se permitirá que el medio de desconexión del controlador que se exige según la sección 430.102 (A) sirva como el medio de desconexión para el motor si está al alcance de la vista desde la ubicación del motor y de la maquinaria accionada.

Excepción para (1) y (2): No se exigirá el medio de desconexión para el motor bajo la condición (a) o la condición (b), siempre que el medio de desconexión del controlador que se exige según la sección 430.102(A) se pueda bloquear individualmente en la posición abierta. La previsión para bloquear o agregar un bloqueo al medio de desconexión del controlador se debe instalar sobre o en

el interruptor o interruptor automático usado como el medio de desconexión y debe permanecer en su lugar con o sin el bloqueo instalado.

(a) Cuando dicha ubicación del medio de desconexión para el motor no es factible o introduce peligros adicionales o los incrementa para las personas o la propiedad.

(b) En instalaciones industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y de supervisión garantizan por medio de procedimientos de seguridad escritos, que únicamente personas calificadas prestan servicio al equipo.

Nota No. 1: Algunos ejemplos de peligros adicionales o incrementados incluyen pero no se limitan a motores con valor nominal superior a 100 caballos de fuerza, equipos de múltiples motores, motores sumergibles, motores asociados con accionamientos de velocidad ajustable y motores ubicados en lugares (clasificados como) peligrosos.

Nota No. 2: Para más información sobre los procedimientos de bloqueo y etiquetado, véase la norma Standard for Electrical Safety in the Workplace, NFPA 70E-2004.

430.103 Operación. El medio de desconexión debe abrir todos los conductores no puestos a tierra de la alimentación y debe estar diseñado de modo que ningún polo se pueda operar independientemente. Se permitirá que el medio de desconexión esté en el mismo envolvente con el controlador. El medio de desconexión debe estar diseñado de modo que no se pueda cerrar automáticamente.

Nota. Para los equipos que reciben energía desde más de una fuente, véase la sección 430.113.

430.104 Indicadores. El medio de desconexión debe indicar claramente si está en la posición abierta (off) o cerrada (on).

430.105 Conductores puestos a tierra. Se permitirá que un polo del medio de desconexión desconecte un conductor puesto permanentemente a tierra, siempre que el medio de desconexión esté diseñado de modo que el polo del conductor puesto a tierra no se pueda abrir sin desconectar simultáneamente todos los conductores del circuito.

430.107 Fácilmente accesible. Por lo menos uno de los medios de desconexión debe ser fácilmente accesible.

430.108 Todos los medios de desconexión. Todos los medios de desconexión en el circuito del motor entre el punto de unión al alimentador o al circuito ramal y el punto de conexión al motor, deben cumplir los requisitos de las secciones 430.109 y 430.110.

430.109 Tipo. El medio de desconexión debe ser de uno de los tipos especificados en la sección 430.109 (A) a menos que se permita algo diferente en las secciones 430.109 (B) hasta (G), bajo las condiciones especificadas.

(A) Generalidades.

(1) Interruptor del circuito del motor. Un interruptor listado de circuito de motor de valor nominal en caballos de fuerza.

(2) Interruptor automático de caja moldeada. Un interruptor automático listado de caja moldeada.

(3) Interruptor de caja moldeada. Un interruptor de caja moldeada listado.

(4) Interruptor automático de disparo instantáneo. Un interruptor automático de disparo instantáneo que sea parte de una combinación listada de controlador de motor.

(5) Combinación de controlador autoprotegido. Una combinación listada de controlador autoprotegido.

(6) Controlador manual de motor. Como medios de desconexión se permitirán controladores manuales listados de motores, marcados adicionalmente como "adecuados como desconectores de motores", cuando estén instalados entre el dispositivo final de protección contra cortocircuito del circuito ramal del motor y el motor. Como medios de desconexión se permitirán controladores manuales listados de motores, marcados adicionalmente como "adecuados como desconectores de motores", en el lado de alimentación de los fusibles permitidos en la sección 430.52(C)(5). En este caso, los fusibles permitidos en 430.52(C)(5) se deben considerar fusibles complementarios, y se deben instalar dispositivos adecuados de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal en el lado de alimentación de los controladores manuales de motores, marcados adicionalmente como "adecuados como desconectores de motores".

(7) Equipo de seccionamiento del sistema. El equipo de seccionamiento del sistema debe estar listado para fines de desconexión. El equipo de seccionamiento del sistema se debe instalar en el lado de carga de la protección contra sobrecorriente y su medio de desconexión. El medio de desconexión debe ser uno de los tipos permitidos por las secciones 430.109 (A) (1) hasta (A) (3).

(B) Motores estacionarios de 1/8 de caballo de fuerza o menos. Para motores estacionarios de 1/8 de caballo de fuerza o menos, se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal sirva como el medio de desconexión.

(C) Motores estacionarios de 2 caballos de fuerza o menos. Para motores estacionarios de 2 caballos de fuerza o menos y 300 voltios o menos, se permitirá que el medio de desconexión sea uno de los dispositivos especificados en (1), (2) o (3).

(1) Un interruptor de uso general con un valor nominal en amperios no inferior al doble del valor nominal de corriente de plena carga del motor.

(2) En circuitos de c.a, un interruptor de acción rápida para uso general adecuado solamente para uso en c.a (no interruptores de acción rápida de c.a y c.c para uso general), cuando el valor nominal de corriente de plena carga del motor no sea mayor del 80 por ciento del valor nominal del interruptor, en amperios.

(3) Un controlador manual listado de un motor, con un valor de potencia nominal

no inferior al valor nominal del motor, y marcado como "adecuado como desconectivo del motor".

(D) Motores con controladores tipo autotransformador. Para motores de más de 2 hp hasta 100 hp inclusive, se permitirá que el medio de desconexión separado exigido para un motor con un controlador de tipo autotransformador, sea un interruptor para uso general, si se cumplen todas las disposiciones siguientes:

(1) El motor acciona un generador equipado con protección contra sobrecarga.

(2) El controlador es capaz de interrumpir la corriente de rotor bloqueado de los motores, está equipado con un medio para desenganche sin tensión, y posee un dispositivo de protección contra sobrecarga en funcionamiento que no excede el 125 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga del motor.

(3) En el circuito ramal del motor se proporcionan fusibles separados o un interruptor automático de tiempo inverso con valor nominal o ajustado a máximo el 150 por ciento de la corriente de plena carga del motor.

(E) Seccionadores. Para motores estacionarios de más de 40 hp en c.c. o 100 hp en c.a, se permitirá que el medio de desconexión sea un interruptor para uso general o un seccionador, si están marcados claramente con la advertencia: "No operar bajo carga".

(F) Motores conectados con cordón y clavija. Para motores conectados con cordón y clavija, se permitirá que sirva como medio de desconexión una clavija de conexión y un receptáculo clasificados en caballos de fuerza, cuyos valores nominales no sean inferiores a los del motor. No se exigirán clavija de conexión y receptáculo con valor nominal en caballos de fuerza, para un electrodoméstico conectado con cordón y clavija, de acuerdo con la sección 422.33, un acondicionador de aire para habitación, de acuerdo con la sección 440.63, o un motor portátil con valor nominal de 1/3 de caballo de fuerza o menos.

(G) Motores de par. Para los motores de par, se permitirá que el medio de desconexión sea un interruptor para uso general.

430.110 Valor nominal de corriente y capacidad de interrupción.

(A) Generalidades. El medio de desconexión para los circuitos de motores de 600 voltios nominales o menos debe tener un valor nominal de corriente que sea como mínimo el 115 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga del motor.

Excepción: Se permitirá que un interruptor listado de circuito de motor, sin fusibles, con un valor nominal de potencia en caballos de fuerza no inferior a la potencia del motor en caballos de fuerza, tenga un valor nominal en amperios inferior al 115 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga del motor.

(B) Para motores de par. El medio de desconexión para un motor de par debe tener un valor nominal de corriente que sea como mínimo el 115 por ciento de la corriente que aparece en la placa de características del motor.

(C) Para cargas combinadas. Cuando se usen juntos dos o más motores o cuando uno o más motores se usen en combinación con otras cargas, tales como calefactores de resistencia, y la carga combinada pueda estar simultáneamente sobre un solo medio de desconexión, el valor nominal de corriente y de potencia nominal en caballos de fuerza de la carga combinada se debe calcular como sigue:

(1) Valor nominal en caballos de fuerza. El valor nominal del medio de desconexión se debe calcular sumando todas las corrientes, incluidas las cargas resistivas, en la condición de plena carga y también en la condición de rotor bloqueado. Para los propósitos de este requisito, la corriente combinada a plena carga y la corriente combinada con rotor bloqueado así obtenidas, se deben considerar como un solo motor de acuerdo con lo siguiente:

La corriente de plena carga equivalente al valor de potencia nominal en caballos de fuerza de cada motor se debe seleccionar de las Tablas 430.247, 430.248, 430.249 o 430.250. Estas corrientes de plena carga se deben sumar al valor nominal de corriente en amperios de las demás cargas, para obtener la corriente equivalente de plena carga para la carga combinada.

La corriente con rotor bloqueado equivalente al valor de potencia nominal en caballos de fuerza de cada motor se debe seleccionar de las Tablas 430.251(A) o 430.251(B). Las corrientes con rotor bloqueado se deben sumar al valor nominal en amperios de las demás cargas, para obtener una corriente equivalente con rotor bloqueado para la carga combinada. Cuando no se puedan arrancar simultáneamente dos o más motores u otras cargas, se permitirá utilizar la mayor suma de corrientes con rotor bloqueado de un motor o grupo de motores que se puedan arrancar simultáneamente, y las corrientes de plena carga de otras cargas concurrentes, para determinar la corriente equivalente con rotor bloqueado, de las cargas combinadas simultáneamente. En los casos en que se obtienen corrientes nominales diferentes al aplicar estas tablas, se debe utilizar el valor más grande obtenido.

Excepción: Cuando parte de la carga concurrente es una carga resistiva y cuando el medio de desconexión es un interruptor con valor nominal en caballos de fuerza y en amperios, se permitirá que el interruptor utilizado tenga un valor de potencia nominal en caballos de fuerza no inferior a la carga combinada del(los) motor(es), siempre que el valor nominal del interruptor en amperios no sea menor que la corriente con rotor bloqueado del motor o motores más la carga resistiva.

(2) Valor nominal en amperios. El valor nominal en amperios del medio de desconexión no debe ser inferior al 115 por ciento de la suma de todas las corrientes de la condición de plena carga determinada de acuerdo con la sección 430.110 (C) (1).

Excepción: Se permitirá que un interruptor listado de circuito de motor, sin fusibles, con un valor de potencia nominal en caballos de fuerza igual o superior a la potencia equivalente de las cargas combinadas, determinada de acuerdo con la sección 430.110 (C) (1), tenga un valor

nominal en amperios inferior al 115 por ciento de la suma de todas las corrientes de la condición de plena carga.

(3) Motores pequeños. Para los motores pequeños no tratados en las Tablas 430.247, 430.248, 430.249 o 430.250, se debe asumir que la corriente con rotor bloqueado es seis veces la corriente de plena carga.

430.111 Interruptor o interruptor automático utilizado como controlador y como medio de desconexión. Se permitirá utilizar como controlador y como medio de desconexión un interruptor o interruptor automático que cumpla lo establecido en la sección 430.111 (A) y que sea de uno de los tipos especificados en la sección 430.111 (B).

(A) Generalidades. El interruptor o interruptor automático cumple los requisitos para controladores especificados en la sección 430.83, abre todos los conductores no puestos a tierra para el motor, y está protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente (el cual se permitirá que sea el fusible del circuito ramal) en cada conductor no puesto a tierra. Se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege al controlador, sea parte del conjunto del controlador, o sea separado. Un controlador de tipo autotransformador se debe suministrar con un medio de desconexión separado.

(B) Tipo. El dispositivo debe ser de uno de los tipos especificados en las secciones 430.111 (B) (1), (B) (2) o (B) (3).

(1) Interruptor de ruptura en aire. Un interruptor de ruptura en aire que se accione directamente al jalar de una palanca o manija.

(2) Interruptor automático de tiempo inverso. Un interruptor automático de tiempo inverso que se accione directamente al jalar de una palanca o manija. Se permitirá que el interruptor automático sea operable tanto manualmente como eléctricamente.

(3) Interruptor en aceite. Un interruptor en aceite usado en un circuito cuyo valor nominal no exceda los 600 voltios o 100 amperios, o mediante permiso especial, en un circuito que exceda ese valor, cuando esté supervisado por personal experto. Se permitirá que el interruptor en aceite sea operable tanto manualmente como eléctricamente.

430.112 Motores alimentados por un solo medio de desconexión. Cada motor debe estar equipado con un medio de desconexión individual.

Excepción: Se permitirá que un solo medio de desconexión alimente a un grupo de motores si se cumple cualquiera de las condiciones (a), (b) o (c). El medio de desconexión debe tener un valor nominal de acuerdo con la sección 430.110 (C).

(a) Cuando varios motores accionen distintas partes de una sola máquina o pieza de aparato, tales como máquinas herramientas para el trabajo del metal o de la madera, grúas y montacargas.

(b) Cuando un grupo de motores esté protegido por un conjunto de dispositivos para protección del circuito ramal, como lo permite la sección 430.53 (A).

(c) Cuando un grupo de motores esté ubicado en un solo cuarto al alcance de la vista desde el lugar donde se encuentran los medios de desconexión.

430.113 Energía desde más de una fuente. Los motores y los equipos accionados por motores que reciban energía eléctrica desde más de una fuente, deben estar dotados de medios de desconexión en cada una de las fuentes de energía, ubicado inmediatamente al lado del equipo alimentado. Se permitirá que cada fuente tenga un medio de desconexión separado. Cuando se suministran múltiples medios de desconexión, se debe proporcionar un anuncio permanente de advertencia sobre o adyacente a cada medio de desconexión.

Excepción No. 1: Cuando un motor reciba energía eléctrica desde más de una fuente, no se exigirá que el medio de desconexión de la fuente principal de alimentación al motor esté colocado inmediatamente al lado del motor, siempre que el medio de desconexión del controlador pueda ser bloqueado en posición abierta.

Excepción No. 2: No se exigirá un medio de desconexión separado para circuitos de control remoto de Clase 2 que cumplan con el Artículo 725, que no tengan más de 30 voltios nominales, estén separados y no puestos a tierra.

X. Sistemas de accionamiento de velocidad ajustable

430.120 Generalidades. Las disposiciones de instalación de las partes I hasta IX son aplicables a menos que estén modificadas o complementadas por la Parte X.

Nota: se puede presentar resonancia eléctrica como resultado de la interacción de corrientes no sinusoidales de este tipo de carga con condensadores de corrección del factor de potencia.

430.122 Conductores - ampacidad y calibre mínimos.

(A) Conductores del alimentador/circuito ramal. Los conductores del circuito que alimentan equipos de conversión de potencia incluidos como parte de un sistema de accionamiento de velocidad ajustable deben tener una ampacidad no inferior a 125 por ciento de la entrada nominal al equipo de conversión de potencia.

(B) Dispositivo de desviación. Para un sistema de accionamiento de velocidad ajustable que utiliza un dispositivo de desviación, la ampacidad del conductor no debe ser inferior a la exigida por la sección 430.6. La ampacidad de los conductores del circuito que alimentan al equipo de conversión de potencia incluido como parte de un sistema de accionamiento de velocidad ajustable que utiliza un dispositivo de desviación debe ser la mayor de las siguientes:

(1) 125 por ciento de la entrada nominal al equipo de conversión de fuerza.

(2) 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga del motor tal como se determina en la sección 430.6.

430.124 Protección contra sobrecarga. Se debe suministrar protección contra sobrecarga del motor.

(A) Incluida en el equipo de conversión de potencia. Cuando el equipo de conversión de potencia está marcado para indicar que se incluye la protección contra sobrecarga del motor, no se exigirá

protección adicional contra sobrecarga.

(B) Circuitos de desviación. Para sistemas de accionamiento de velocidad ajustable que utilizan un dispositivo de desviación para permitir el funcionamiento del motor a la velocidad nominal de plena carga, se debe suministrar protección contra sobrecarga del motor, como la descrita en el Artículo 430, Parte III, en el circuito de desviación.

(C) Aplicaciones con múltiples motores. Para aplicaciones con múltiples motores, se debe proporcionar protección individual contra sobrecarga del motor de acuerdo con el Artículo 430, Parte III.

430.126 Protección contra sobrecalenamiento del motor.

(A) Generalidades. Los sistemas de accionamiento de velocidad ajustable deben proteger contra condiciones de sobrecalenamiento del motor cuando el motor no tiene el valor nominal para operar a la corriente nominal de la placa de características en el intervalo de velocidad exigido por la aplicación. Esta protección se debe suministrar además de la protección del conductor exigida en la sección 430.32. La protección se debe brindar por uno de los siguientes medios:

(1) Protector térmico del motor, de acuerdo con la sección 430.32.

(2) Sistema de accionamiento de velocidad ajustable con protección contra sobrecarga sensible a la velocidad y a la carga y memoria de retención de la temperatura a la parada o la pérdida de la energía.

Excepción para (2): Para las cargas de servicio continuo no se exigirá memoria de retención de la temperatura a la parada o la pérdida de la energía.

(3) Relé de protección contra sobrecalenamiento que utilice detectores térmicos embutidos en el motor y que cumple con los requisitos de las secciones 430.32 (A) (2) o (B) (2).

(4) Detector térmico embutido en el motor cuyas comunicaciones son recibidas por el sistema de accionamiento de velocidad ajustable que actúa de acuerdo a estas.

Nota: La relación entre la corriente del motor y la temperatura del motor cambia cuando el motor es operado por un accionamiento de velocidad ajustable. En algunas aplicaciones, el sobrecalentamiento de los motores se puede presentar cuando operan a velocidad reducida, incluso en niveles de corriente inferiores a la corriente nominal de plena carga de los motores. El sobrecalentamiento puede ser el resultado de la reducida refrigeración del motor cuando el ventilador montado en su eje funciona a una velocidad inferior de las revoluciones por minuto de la placa de características. Como parte del análisis para determinar si se producirá sobrecalentamiento, es necesario considerar las curvas de capacidad de par continuo del motor dados los requisitos de la aplicación. Esto facilitará el determinar si la protección contra sobrecarga del motor podrá, por si misma, brindar la protección contra el sobrecalentamiento. Estos requisitos de protección contra el sobrecalentamiento están previstas únicamente para aplicaciones en las que se usa accionamientos de velocidad ajustable, tal como se define en la sección 430.2.

Para motores que emplean sistemas externos de refrigeración por líquido o aire forzado, se puede presentar sobrecalenamiento si el sistema de refrigeración no está funcionando. Aunque este problema no es único de las aplicaciones de velocidad ajustable, con más frecuencia se encuentran motores con refrigeración externa con tales aplicaciones.

En estos casos, se recomienda la protección contra sobretemperatura que usa la detección directa de la temperatura [es decir, las secciones 430.126 (A) (1), (A) (3) o (A) (4)], o deberían suministrar medios adicionales para garantizar que el sistema de refrigeración esté funcionando (detección de flujo o presión, enclavamiento del sistema de accionamiento de velocidad ajustable y el sistema de refrigeración, etc.)

(B) Aplicaciones de múltiples motores. Para aplicaciones de múltiples motores, se debe proporcionar protección individual contra sobretemperatura del motor, según se exige en la sección 430.126(A).

(C) Rearranque automático y parada sistemática. Las disposiciones de las secciones 430.43 y 430.44 se deben aplicar a los medios de protección contra sobretemperatura del motor.

430.128 Medios de desconexión. Se permitirá que los medios de desconexión estén en la línea de entrada al equipo de conversión y deben tener un valor nominal no inferior al 115 por ciento de la corriente nominal de entrada de la unidad de conversión.

XI. Circuitos de motores de más de 600 voltios nominales

430.221 Generalidades. La Parte XI reconoce los riesgos adicionales debidos al uso de tensiones altas. Complementa o modifica las otras disposiciones de este Artículo.

430.222 Marcado en los controladores. Además del marcado que exige la sección 430.8, el controlador debe tener marcada la tensión de control.

430.223 Envolventes de conductores adyacentes a los motores. Se permitirá emplear conduit metálico flexible o conduit metálico flexible hermético a los líquidos, que no tenga más de 1.8 m (6 pies) de longitud, para la conexión de las canalizaciones al envolvente de los terminales del motor.

430.224 Calibre de los conductores. Los conductores que alimentan los motores deben tener una ampacidad no inferior a la corriente a la cual se ajusta el disparo del dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecarga de los motores.

430.225 Protección contra sobrecorriente del circuito del motor.

(A) Generalidades. Todos los circuitos de motor deben incluir protección coordinada para interrumpir automáticamente las corrientes de falla y de sobrecarga en el motor, los conductores del circuito del motor y los aparatos de control del motor.

Excepción: Cuando un motor sea vital para el funcionamiento de una planta y deba funcionar hasta que falle, si fuera necesario, para evitar un riesgo mayor a las personas, se permitirá conectar el(los) dispositivo(s) de detección a un indicador o alarma supervisados, en lugar de interrumpir el circuito del motor.

(B) Protección contra sobrecarga.

(1) Tipo del dispositivo de protección contra sobrecarga. Todos los motores deben estar protegidos contra el calentamiento peligroso debido a sobrecargas o fallas al arrancar el motor, mediante un protector térmico integrado en el motor o dispositivos exteriores detectores de corriente, o ambos.

(2) Motores de corriente alterna de rotor devanado. Se debe considerar que los circuitos del secundario de los motores de corriente alterna de rotor devanado, incluidos sus conductores, controladores y resistencias, clasificados para esta aplicación, están protegidos contra sobrecorriente por los medios de protección contra sobrecarga del motor.

(3) Operación. La operación del dispositivo de interrupción de sobrecarga debe desconectar simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra.

(4) Restablecimiento automático. Los dispositivos detectores de sobrecarga no se deben restablecer automáticamente después de dispararse, a menos que su restablecimiento no produzca un rearranque automático del motor o no exista riesgo para las personas si se rearranca el motor y su maquinaria conectada.

(C) Protección contra corrientes de falla.

(1) Tipo de protección. Todos los circuitos de motores deben estar protegidos contra corrientes de falla tal como se especifica en (1) (a) o (1) (b).

(a) Un interruptor automático de un tipo y valor nominal adecuados y dispuesto de modo que pueda recibir servicio sin ningún riesgo. El interruptor automático debe desconectar simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra. Se permitirá que el interruptor automático detecte la corriente de falla por medio de elementos sensores integrados o externos.

(b) Fusibles de un tipo y valor nominal adecuados, instalados en cada conductor no puesto a tierra. Los fusibles se deben usar con un medio de desconexión adecuado, o deben ser de un tipo que permita usarlos también como el medio de desconexión. Deben estar instalados de modo que no se pueda efectuar su servicio mientras estén energizados.

(2) Recierre. Los dispositivos de interrupción de la corriente de falla no deben volver a cerrar automáticamente el circuito.

Excepción: Se permitirá el recierre automático de un circuito cuando el circuito esté expuesto a fallas transitorias y cuando su recierre automático no cree peligro para las personas.

(3) Protección combinada. Se permitirá que el mismo dispositivo proporcione la protección contra sobrecargas y contra corrientes de falla.

430.226 Valor nominal de los aparatos de control de los motores. La corriente final de disparo de los relés de sobrecorriente (sobrecarga) o de otros dispositivos de protección de los motores no debe exceder el 115 por ciento del valor nominal continuo de corriente del controlador.

Cuando el medio de desconexión del circuito ramal del motor esté separado del controlador, el valor nominal de corriente del medio de desconexión no debe ser inferior al ajuste final de disparo de los relés de sobrecorriente que haya en el circuito.

430.227 Medio de desconexión. El medio de desconexión del controlador debe ser capaz de ser bloqueado en la posición abierta. La previsión para bloquear o agregar un bloqueo al medio de desconexión se debe instalar sobre o en el interruptor o interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su lugar con o sin el bloqueo instalado.

XII. Protección de partes vivas - Todas las tensiones

430.231 Generalidades. La Parte XII especifica que las partes vivas deben estar protegidas de una manera que se considere adecuada para los peligros involucrados.

430.232 Donde se requiera. Las partes vivas expuestas de los motores y controladores que funcionen a 50 voltios o más entre terminales, deben estar resguardadas contra contactos accidentales, mediante envolvente o ubicación, como se indica a continuación:

(1) Mediante su instalación en un cuarto o gabinete que sea accesible sólo a personas calificadas.

(2) Mediante su instalación en un balcón, galería o plataforma elevadas y que no permitan el acceso a personas no calificadas.

(3) Mediante su elevación a una altura de 2.5 m (8 pies) o más sobre el piso.

> *Excepción: No se exigirá que las partes vivas de los motores que operan a más de 50 voltios entre terminales, tengan protección adicional para motores estacionarios que tienen conmutadores, colectores y montajes de escobillas ubicados dentro de los soportes del extremo del motor y no conectados conductivamente a circuitos de alimentación que operan a más de 150 voltios a tierra.*

430.233 Protección para operadores. Cuando las partes vivas de los motores o controladores que funcionen a más de 150 voltios a tierra, estén resguardadas contra el contacto accidental sólo por su ubicación tal como se especifica en la sección 430.232, y cuando sea necesario hacer ajustes u otros trabajos de mantenimiento durante el funcionamiento de los aparatos, se deben instalar tapetes o plataformas aislantes de modo que la persona encargada no pueda tocar fácilmente las partes vivas a menos que esté parada sobre el tapete o la plataforma.

> **Nota**. En cuanto al espacio de trabajo, véanse las secciones 110.26 y 110.34.

XIII. Puesta a tierra - Todas las tensiones

430.241 Generalidades. La Parte XIII especifica la puesta a tierra de las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente que se puedan llegar a energizar, de los bastidores de los motores y controladores, para evitar una tensión superior a la de tierra en el caso de un contacto accidental entre las partes energizadas y los bastidores. El aislamiento, la separación o el resguardo son alternativas adecuadas para la puesta a tierra de motores bajo ciertas condiciones.

430.242 Motores estacionarios. Los bastidores de los motores estacionarios se deben poner a tierra en cualquiera de las circunstancias siguientes:

(1) Cuando estén alimentados por alambrado con gabinete metálico.

(2) Cuando estén en un lugar mojado y no estén separados ni resguardados.

(3) Cuando estén en un lugar (clasificado como) peligroso. (4) Si el motor funciona con algún terminal a más de 150 voltios a tierra.
Cuando el bastidor del motor no esté puesto a tierra, debe estar aislado de la tierra en forma permanente y eficaz.

430.243 Motores portátiles. Los bastidores de los motores portátiles que funcionen a más de 150 voltios a tierra, se deben poner a tierra o resguardar.

Nota No. 1: Para la puesta a tierra de electrodomésticos portátiles en ocupaciones no residenciales, véase la sección 250.114 (4).

Nota No. 2: Para el color de los conductores de puesta a tierra de los equipos, véase la sección 250.119 (C).

Excepción No. 1: No se exigirá que las herramientas listadas accionadas por motor, los electrodomésticos listados accionados por motor y el equipo listado accionado por motor estén puestos a tierra si están protegidos por un sistema de doble aislamiento o su equivalente. El equipo con doble aislamiento debe estar marcado distintivamente.

Excepción No. 2: Las herramientas listadas accionadas por motor, los electrodomésticos listados accionados por motor y el equipo listado accionado por motor conectados con cordón y clavija de conexión diferentes a los que se exige poner a tierra de acuerdo con la sección 250.114.

430.244 Controladores. Los envolventes de los controladores se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos, independientemente de la tensión. Los envolventes de los controladores deben tener medios para conectar una terminación de un conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con la sección 250.8.

Excepción: No se exigirá poner a tierra los envolventes unidos a equipos portátiles no puestos a tierra.

430.245 Método de puesta a tierra. La conexión al conductor de puesta a tierra de equipos se debe hacer según se especifica en la parte VI del Artículo 250.

(A) Puesta a tierra a través de la caja de terminales. Cuando el alambrado a un motor fijo conste de cables con envolvente metálico o canalizaciones metálicas, se deben instalar cajas de empalme para alojar los terminales de los motores, y la armadura del cable o las canalizaciones metálicas se deben conectar a ellas de la manera especificada en el Artículo 250.

Nota: Para los medios de conexión de la puesta a tierra del equipo exigidos en las cajas de terminales de los motores, véase la sección 430.12 (E).

(B) Separación entre la caja de empalmes y el motor. Se permitirá que la caja de empalme exigida en la sección 430.245 (A) esté separada del motor a no más de 1.8 m (6 pies), siempre que las puntas hasta el motor sean conductores trenzados dentro de un cable del tipo AC, cable tipo MC de cinta metálica entrelazada, si están listados e identificados de acuerdo con la sección 250.118 (10) (a), o cordones armados o sean puntas trenzadas encerradas en conduit metálico flexible hermético a los líquidos, conduit metálico flexible, conduit metálico intermedio, conduit metálico rígido o tubería eléctrica metálica con designador métrico no inferior al 12 (tamaño comercial de 3/8 pulgada), con la armadura o canalización conectados tanto al motor como a la caja.

Se permitirá utilizar conduit no metálico flexible hermético a los líquidos y conduit no metálico rígido, para encerrar las puntas hasta el motor, siempre que esas puntas sean trenzadas y que el conductor exigido para la puesta a tierra de equipos esté conectado tanto al motor como a la caja.

Cuando se utilicen puntas trenzadas, protegidas como se indica anteriormente, cada hilo dentro del conductor no deben ser de un calibre superior al 10 AWG y deben cumplir los demás requisitos de este Código relativos a los conductores usados en canalizaciones.

(C) Puesta a tierra de dispositivos montados en controladores. Los secundarios de los transformadores para instrumentos y las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente, u otras partes conductoras o las cajas de los transformadores para instrumentos, medidores, instrumentos y relés, se deben poner a tierra tal como se especifica en las secciones 250.170 a 250.178.

XIV. Tablas

Tabla 430.247. Corriente de plena carga en amperios, para motores de corriente continua.
Los siguientes valores de corriente de plena carga* son para motores que funcionan a su velocidad básica.

Valor nominal en caballos de fuerza	Valor nominal de tensión en la armadura*					
	90 voltios	120 voltios	180 voltios	240 voltios	500 voltios	550 voltios
1/4	4	3.1	2	1.6	--	--
1/3	5.2	4.1	2.6	2	--	--
1/2	6.8	5.4	3.4	2.7	--	--
3/4	9.6	7.6	4.8	3.8	--	--
1	12.2	9.5	6.1	4.7	--	--
1½	--	13.2	8.3	6.6	--	--
2	--	17	10.8	8.5	--	--
3	--	25	16	12.2	--	--
5	--	40	27	20	--	--
7 ½	--	58	--	29	13.6	12.2
10	--	76	--	38	18	16
15	--	--	--	55	27	24
20	--	--	--	72	34	31
25	--	--	--	89	43	38
30	--	--	--	106	51	46
40	--	--	--	140	67	61

50	--	--	--	173	83	75
60	--	--	--	206	99	90
75	--	--	--	255	123	111
100	--	--	--	341	164	148
125	--	--	--	425	205	185
150	--	--	--	506	346	222
200	--	--	--	675	330	294

***** Estos valores son promedios para corriente continua.

Tabla 430.248. Corrientes de plena carga en amperios para motores monofásicos de corriente alterna

Los siguientes valores de corriente de plena carga corresponden a motores que funcionan a la velocidad usual y motores con características normales de par. Las tensiones enumeradas son las nominales de los motores. Las corrientes enumeradas se permitirán para sistemas con intervalos de tensión de 110 a 120 voltios y de 220 a 240 voltios.

Caballos de fuerza	115 voltios	200 voltios	208 voltios	230 voltios
1/6	4.4	2.5	2.4	2.2
1/4	5.8	3.3	3.2	2.9
1/3	7.2	4.1	4	3.6
1/2	9.8	5.6	5.4	4.9
3/4	13.8	7.9	7.6	6.9
1	16	9.2	8.8	8
1½	20	11.5	11	10
2	24	13.8	13.2	12
3	34	19.6	18.7	17
5	56	32.2	30.8	28
7½	80	46	44	40
10	100	57.5	55	50

Tabla 430.249. Corriente de plena carga en amperios para motores de dos fases de corriente alterna (tetrafilar)
Los siguientes valores de corriente de plena carga corresponden a motores que funcionan a las velocidades usuales de motores con bandas y a motores con características normales de par. La corriente en el conductor común de un sistema de dos fases trifilar será de 1.41 veces el valor dado. Las tensiones relacionadas son las nominales de los motores. Las corrientes enumeradas se permitirán para sistemas con intervalos de tensión de 110 a 120 voltios, 220 a 240 voltios, 440 a 480 voltios y 550 a 600 voltios.

Caballos de fuerza	Tipo de inducción de jaula de ardilla y de rotor devanado (amperios)				
	115 voltios	230 voltios	460 voltios	575 voltios	2300 voltios
½	4	2	1	0.8	--
¾	4.8	2.4	1.2	1	--
1	6.4	3.2	1.6	1.3	--

1 ½	9	4.5	2.3	1.8	--
2	11.8	5.9	3	2.4	--
3	--	8.3	4.2	3.3	--
5	--	13.2	6.6	5.3	--
7 ½	--	19	9	8	--
10	--	24	12	10	--

Tabla 430.249 (Cont.)

Caballos de fuerza	Tipo de inducción de jaula de ardilla y de rotor devanado (amperios)				
	115 voltios	230 voltios	460 voltios	575 voltios	2300 voltios
20	--	47	23	19	--
25	--	59	29	24	--
30	--	69	35	28	--
40	--	90	45	36	--
50	--	113	56	45	--
60	--	133	67	53	14
75	--	166	83	66	18
100	--	218	109	87	23
125	--	270	135	108	28
150	--	312	156	125	32
200	--	416	208	167	43

Tabla 430.250. Corriente de plena carga de motores trifásicos de corriente alterna.

Los siguientes valores de corrientes de plena carga son típicos para motores que funcionan a las velocidades usuales de motores con bandas y motores con características normales de par. Las tensiones enumeradas son las nominales de los motores. Las corrientes enumeradas se permitirán para sistemas con intervalos de tensión de 110 a 120 voltios, 220 a 240 voltios, 440 a 480 voltios y 550 a 600 voltios.

Caballos de fuerza	Tipo de inducción de jaula de ardilla y de rotor devanado (amperios)							Tipo sincrónico de factor de potencia unitario* (amperios)			
	115 voltios	200 voltios	208 voltios	230 voltios	460 voltios	575 voltios	2300 voltios	230 voltios	460 voltios	575 voltios	2300 voltios
1/2	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9	--	--	--	--	--
3/4	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3	--	--	--	--	--
1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7	--	--	--	--	--
1½	12	6.9	6.6	6	3	2.4	--	--	--	--	--
2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7	--	--	--	--	--
3	--	11	10.6	9.6	4.8	3.9	--	--	--	--	--
5	--	17.5	16.7	15.2	7.6	6.1	--	--	--	--	--
7½	--	25.3	24.2	22	11	9	--	--	--	--	--
10	--	32.3	30.8	28	14	11	--	--	--	--	--
15	--	48.3	46.2	42	21	17	--	--	--	--	--
20	--	62.1	59.4	54	27	22	--	--	--	--	--
25	--	78.2	74.8	68	34	27	--	53	26	21	--

Tabla 430.250 (Cont.)

Caballos de fuerza	Tipo de inducción de jaula de ardilla y de rotor devanado (amperios)							Tipo sincrónico de factor de potencia unitario* (amperios)			
	115 voltios	200 voltios	208 voltios	230 voltios	460 voltios	575 voltios	2300 voltios	230 voltios	460 voltios	575 voltios	2300 voltios
30	--	92	88	80	40	32	--	63	32	26	--
40	--	120	114	104	52	41	--	83	41	33	--
50	--	150	143	130	65	52	--	104	52	42	--
60	--	177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
75	--	221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
100	--	285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
125	--	359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
150	--	414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
200	--	552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
250	--	--	--	--	302	242	60	--	--	--	--
300	--	--	--	--	361	289	72	--	--	--	--
350	--	--	--	--	414	336	83	--	--	--	--
400	--	--	--	--	477	382	95	--	--	--	--
450	--	--	--	--	515	412	103	--	--	--	--
500	--	--	--	--	590	472	118	--	--	--	--

* Para factores de potencia de 90 por ciento y 80 por ciento, las cifras anteriores se deben multiplicar respectivamente por 1.1 y 1.25.

Tabla 430.251 (A). Tabla de conversión de corrientes monofásicas con rotor bloqueado, para la selección de los medios de desconexión y controladores, determinados a partir de los valores nominales de potencia en caballos de fuerza y de tensión.
Para su uso solamente con las secciones 430.110, 440.12, 440.41 y 455.8 (C).

Valor nominal en caballos de fuerza	Corriente monofásica máxima con rotor bloqueado, en amperios		
	115 voltios	208 voltios	230 voltios
1/2	58.8	32.5	29.4
3/4	82.8	45.8	41.4
1	96	53	48
1½	120	66	60
2	144	80	72
3	204	113	102
5	336	186	168
7½	480	265	240
10	600	332	300

Tabla 430.251 (B). Tabla de conversión de corrientes polifásicas máximas de rotor bloqueado, de diseño B, C, y D, para la selección de medios de desconexión y controladores, determinados a partir del valor nominal de potencia en caballos de fuerza y la letra de diseño.
Para su uso solamente con las secciones 430.110, 440.12, 440.41 y 455.8 (C).

Valor nominal en caballos de fuerza	Corriente máxima del motor con rotor bloqueado, en amperios, motores de dos fases y trifásicos de diseño B, C y D*					
	115 voltios	200 voltios	208 voltios	230 voltios	460 voltios	575 voltios
	B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D
1/2	40	23	22.1	20	10	8
3/4	50	28.8	27.6	25	12.5	10
1	60	34.5	33	30	15	12
1½	80	46	44	40	20	16
2	100	57.5	55	50	25	20
3	--	73.6	71	64	32	25.6
5	--	105.8	102	92	46	36.8
7½	--	146	140	127	63.5	50.8
10	--	186.3	179	162	81	64.8
15	--	267	257	232	116	93
20	--	334	321	290	145	116
25	--	420	104	365	183	146
30	--	500	481	435	218	174
40	--	667	641	580	290	232
50	--	834	802	725	363	290
60	--	1001	962	870	435	348
75	--	1248	1200	1085	543	434
100	--	1668	1603	1450	725	580
125	--	2087	2007	1815	908	726
150	--	2496	2400	2170	1085	868
200	--	3335	3207	2900	1450	1160
250	--	--	--	--	1825	1460
300	--	--	--	--	2200	1760
350	--	--	--	--	2550	2040
400	--	--	--	--	2900	2320
450	--	--	--	--	3250	2600
500	--	--	--	--	3625	2900

* Los motores de diseño A no están limitados a una corriente máxima de arranque o una corriente de rotor bloqueado.

ARTÍCULO 440
Equipos de aire acondicionado y de refrigeración

I. Generalidades

440.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a los equipos de aire acondicionado y de refrigeración accionados por motor y a los circuitos ramales y controladores de dichos equipos. En este artículo se establecen las consideraciones especiales necesarias para los circuitos de alimentación de motocompresores herméticos de refrigeración y de todos los equipos de aire acondicionado o refrigeración alimentados desde un circuito ramal que alimenta un motocompresor hermético de refrigeración.

440.2 Definiciones.

Corriente de carga nominal. La corriente de carga nominal para un motocompresor hermético de refrigeración es la corriente resultante cuando el motocompresor es operado a la carga, tensión y frecuencia nominales del equipo al cual sirve.

Corriente de selección del circuito ramal*.* Valor en amperios que se utiliza en lugar de la corriente de la carga nominal, para calcular los valores nominales de los conductores del circuito ramal para motores, medios de desconexión, controladores y dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra de los circuitos ramales, siempre que el dispositivo de protección en funcionamiento contra sobrecargas permita una corriente sostenida superior al porcentaje especificado de la corriente de la carga nominal. El valor de la corriente de selección del circuito ramal será siempre igual o mayor que la corriente de carga nominal marcada.

Interruptor/detector de corriente de fuga *(LCDI) (Leakage-Current Detector-Interrupter [LCDI])*. Dispositivo en un cordón de alimentación de fuerza o un conjunto de cordones, que detecta la corriente de fuga que fluye entre o desde los conductores del cordón e interrumpe el circuito en un nivel predeterminado de la corriente de fuga.

Motocompresor hermético de refrigeración. Combinación que consta de un motor y un compresor, ambos encerrados en la misma carcasa, sin ejes o sellos de ejes al exterior y el motor funcionando en el refrigerante.

440.3 Otros Artículos.

(A) Artículo 430. Estas disposiciones son adicionales o modifican las disposiciones del Artículo 430 y otros artículos de este Código, que se aplican excepto como se modifican en este artículo.

(B) Artículos 422, 424 ó 430. Las reglas de los Artículos 422, 424 ó 430, según el caso, se deben aplicar a los equipos de aire acondicionado y refrigeración que no incluyen un motocompresor hermético de refrigeración. Este equipo incluye dispositivos que emplean compresores de refrigeración accionados por motores convencionales, hornos con serpentines evaporadores para aire acondicionado, unidades de serpentín y ventilador, condensadores remotos enfriados por aire forzado, refrigeradores comerciales remotos, etc.

(C) Artículo 422. Los equipos tales como los aparatos de aire acondicionado para cuartos, refrigeradores

y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y dispensadores de bebidas, se deben considerar como electrodomésticos, por lo que se les debe aplicar también las disposiciones del Artículo 422.

(D) Otros Artículos aplicables. Los motocompresores herméticos de refrigeración, circuitos, controladores y equipos deben cumplir también las disposiciones de la Tabla 440.3 (D).

Tabla 440.3 (D). Otros artículos

Equipo/ocupación	Artículo	Sección
Condensadores		460.9
Garajes comerciales, hangares de aviones, gasolineras y estaciones de servicio, plantas de almacenamiento a granel, procesos de aplicación por pulverización, inmersión y recubrimiento, y lugares donde se inhalen gases anestésicos	511, 513, 514, 515, 516 y 517 Parte IV	
Lugares (clasificados como) peligrosos	500 - 503 y 505	
Estudios de cine, televisión y lugares similares	530	
Resistencias y reactancias	470	

440.4 Marcado en motocompresores herméticos de refrigeración y equipos

(A) Placa de características de motocompresores herméticos de refrigeración. Un motocompresor hermético de refrigeración debe estar dotado de una placa de características que indique el nombre del fabricante, la marca o símbolo comercial, la designación de identificación, el número de fases, la tensión y la frecuencia. El fabricante del equipo con el que se utiliza el motocompresor debe marcar la corriente de carga nominal en amperios del motocompresor en la placa de características de éste o del equipo, o en ambas. En la placa de características de los motocompresores se debe marcar también la corriente con rotor bloqueado de cada motocompresor monofásico con una corriente de carga nominal de más de 9 amperios a 115 voltios, o más de 4.5 amperios a 230 voltios y de todos los motocompresores polifásicos. Cuando se utilice un protector térmico que cumpla lo establecido en las secciones 440.52(A) (2) y (B) (2), en la placa de características del motocompresor o del equipo se deben marcar también con las palabras "Protegido térmicamente". Cuando se utilice un sistema de protección que cumpla lo establecido en las secciones 440.52 (A) (4) y (B) (4) y se suministra con el equipo, la placa de características del equipo se debe marcar también con las palabras "Sistema protegido térmicamente". Cuando se especifique un sistema de protección que cumpla con lo establecido en las secciones 440.52 (A) (4) y (B) (4), la placa de características del equipo debe estar marcada adecuadamente.

(B) Equipos con varios motores y carga combinada. Los equipos con varios motores y carga combinada deben tener una placa de características visible, marcada con el nombre del fabricante, la tensión nominal del equipo, la frecuencia y el número de fases, la ampacidad de los conductores del circuito de alimentación, el valor nominal máximo del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito ramal y el valor nominal de corriente de cortocircuito de los controladores del motor o del panel de control industrial. La ampacidad se debe calcular de acuerdo con la Parte IV, contando todos los motores y otras cargas que operen al mismo tiempo. El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal no debe exceder el

valor calculado según la Parte III. Si se utilizan equipos con varios motores o carga combinada conectados a dos o más circuitos, deben estar marcados con la anterior información para cada uno de los circuitos.

Excepción No. 1: Se permitirá que un equipo con varios motores y carga combinada que es adecuado bajo las disposiciones de este artículo, para su conexión a un solo circuito ramal monofásico de 15 ó 20 amperios, 120 voltios o de 15 amperios, 208 ó 240 voltios, esté marcado como una sola carga.

Excepción No. 2: No se exigirá marcar la ampacidad mínima de los conductores del circuito de alimentación y el valor nominal máximo del dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito ramal, en un acondicionador de aire para habitaciones que cumpla con la sección 440.62 (A).

Excepción No. 3: No se exigirá que los equipos con varios motores y carga combinada usados en viviendas unifamiliares o bifamiliares, los equipos conectados con cordón y clavija de conexión, o los equipos alimentados desde un circuito ramal protegido a 60 amperios o menos, estén marcados con el valor nominal de corriente de corto circuito.

(C) Corriente de selección del circuito ramal. Un motocompresor hermético de refrigeración o un equipo que incluya un compresor de ese tipo, con sistema de protección aprobado para su uso con el motocompresor que protege, y que permita una corriente permanente superior al porcentaje especificado de la corriente de carga nominal que aparece en la placa de características dada en la sección 440.52 (B) (2) o (B) (4), debe también estar marcado con la corriente de selección del circuito ramal que cumpla lo establecido en la sección 440.52 (B) (2) o (B) (4). Este marcado lo debe proporcionar el fabricante del equipo en la(s) placa(s) de características en las que aparezca(n) la(s) corriente(s) de carga nominal.

440.5 Marcado en los controladores. Un controlador se debe marcar con el nombre del fabricante, marca o símbolo comercial, designación de identificación, tensión, número de fases, corriente nominal de plena carga y con rotor bloqueado (caballos de fuerza); y con los demás datos que sean necesarios para indicar claramente el motocompresor con el cual se pueden utilizar.

440.6 Ampacidad y valor nominal. El calibre de los conductores de los equipos a los que se refiere este artículo, se debe seleccionar de las Tablas 310.16 a 310.19, o calcular según la sección 310.15, según corresponda. La ampacidad exigida para los conductores y el valor nominal de los equipos se debe determinar de acuerdo con las secciones 440.6 (A) y 440.6 (B).

(A) Motocompresor hermético de refrigeración. Para un motocompresor hermético de refrigeración, la corriente de carga nominal que aparezca en la placa de características del equipo en el que esté instalado el motocompresor, se debe usar para determinar la ampacidad nominal o de corriente del medio de desconexión, de los conductores del circuito ramal, del controlador, del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal y del dispositivo separado de protección contra sobrecarga del motor. Cuando no se indique la corriente de carga nominal en la placa de características del equipo, se debe usar la corriente de carga nominal marcada en la placa de características del motocompresor.

Excepción No. 1: Cuando esté así marcado, se debe usar la corriente de selección

del circuito ramal en lugar de la corriente de carga nominal, para determinar la ampacidad o valor nominal de corriente del medio de desconexión, de los conductores del circuito ramal, del controlador y del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal.

Excepción No.2: Para equipos conectados con cordón y clavija, se debe usar la marca de la placa de características de acuerdo con la sección 440.22 (B), Excepción No. 2.

Nota: Véanse las secciones 440.12 y 440.41 con respecto a los medios de desconexión y los controladores.

(B) Equipos con varios motores. Para determinar la ampacidad o el valor nominal del medio de desconexión, de los conductores del circuito ramal, del controlador, del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal y del dispositivo independiente de protección contra sobrecarga del motor, en los equipos con varios motores que utilicen un motor, para ventilador o soplador, con polos sombreados o con condensador dividido permanentemente, se debe usar la corriente de plena carga de dicho motor marcada en la placa de características del equipo con en el que se utilice el motor del ventilador o del soplador, en lugar de su potencia nominal (en caballos de fuerza). Este marcado en la placa de características del equipo no debe ser inferior a la corriente marcada en la placa de características del motor del ventilador o del soplador.

440.7 Motor de la mayor potencia nominal (el más grande). Al determinar la conformidad con este artículo y con las secciones 430.24, 430.53 (B) y (C) y 430.62(A), se debe considerar que el motor con el mayor valor nominal (el más grande) es el que tiene la mayor corriente de carga nominal. Cuando haya dos o más motores que tengan la misma y más alta corriente de carga nominal, sólo uno de ellos se debe considerar como el motor de más alto valor nominal de corriente (el más grande). Para motores distintos de los de motocompresores herméticos de refrigeración y los de ventiladores o sopladores, a los que se refiere la sección 440.6 (B), la corriente de plena carga usada para determinar el motor del más alto valor nominal debe ser el valor equivalente y correspondiente a la potencia nominal del motor en caballos de fuerza, seleccionado de las Tablas 430.248, 430.249 o 430.250.

Excepción: Cuando está marcada de esta manera, se debe usar la corriente de selección del circuito ramal en lugar de la corriente de carga nominal, para determinar cuál es el motocompresor con el valor nominal más alto (el más grande).

440.8 Una sola máquina. Para efectos de lo establecido en las secciones 430.87, Excepción y 430.112, Excepción, un sistema de aire acondicionado o de refrigeración se debe considerar como una sola máquina. Se permitirá que los motores estén ubicados remotamente uno del otro.

II. Medios de desconexión

440.11 Generalidades. Las disposiciones de la Parte II están proyectadas para exigir los medios de desconexión capaces para desconectar de los conductores del circuito, los equipos de aire acondicionado y refrigeración incluidos los motocompresores y controladores.

440.12 Valor nominal y capacidad de interrupción.

(A) Motocompresor hermético de refrigeración. Un medio de desconexión para un motocompresor hermético de refrigeración se debe seleccionar con base en la corriente de carga nominal o en la corriente de selección del circuito ramal que aparezcan en la placa de características, de estos valores el

que sea mayor, y en la corriente con rotor bloqueado, respectivamente, del motocompresor, de acuerdo con lo siguiente:

(1) Valor nominal en amperios. El valor nominal en amperios debe ser como mínimo los 115 por ciento de la corriente de carga nominal o de la corriente de selección del circuito ramal, tomadas de la placa de características, de estos valores el que sea mayor.

Excepción: Se permitirá que un interruptor listado de circuito de motor, sin fusible y sin portafusibles, que tenga un valor nominal en caballos de fuerza no inferior a la potencia en caballos de fuerza equivalente determinada de acuerdo con la sección 440.12 (A) (2), tenga un valor nominal en amperios menor al 115 por ciento de la corriente especificada.

(2) Caballos de fuerza equivalentes. Para determinar los caballos de fuerza equivalentes de acuerdo con los requisitos de la sección 430.109, el valor nominal en caballos de fuerza se debe seleccionar en las Tablas 430.248, 430.249 ó 430.250 correspondiente a la corriente de carga nominal o la corriente de selección del circuito ramal, de estos valores el que sea mayor, y también el valor nominal de caballos de fuerza según las Tablas 430.251(A) o 430.251(B) correspondiente a la corriente con rotor bloqueado. Cuando la corriente de carga nominal o la corriente de selección del circuito ramal y la corriente con rotor bloqueado, de la placa de características, no correspondan a las corrientes de las Tablas 430.248, 430.249, 430.250, 430.251 (A) o 430.251 (B), se debe seleccionar el valor nominal en caballos de fuerza correspondiente al valor inmediatamente superior. En caso de que se obtengan valores nominales en caballos de fuerza al aplicar estas tablas, se debe seleccionar una que como mínimo sea igual al mayor de los valores obtenidos.

(B) Cargas combinadas. Cuando la carga combinada de dos o más motocompresores herméticos de refrigeración o uno o más motocompresores herméticos de refrigeración con otros motores o cargas puedan estar conectadas simultáneamente a un solo medio de desconexión, el valor nominal del medio de desconexión se debe determinar de acuerdo con las secciones 440.12 (B) (1) y (B) (2).

(1) Valor nominal en caballos de fuerza. El valor nominal en caballos de fuerza del medio de desconexión se debe determinar sumando todas las corrientes, incluidas las cargas resistivas, en la condición de carga nominal y también en la condición con rotor bloqueado. Para los propósitos de este requisito, la corriente de carga nominal combinada y la corriente con rotor bloqueado combinada, así calculadas, se deben considerar como un solo motor, tal como se exige en (1) (a) y (1) (b).

(a) La corriente de plena carga equivalente al valor en caballos de fuerza de cada motor, diferente de los motocompresores herméticos de refrigeración, y de los motores para ventilador o soplador tratados en la sección 440.6(B), se debe seleccionar de las Tablas 430.248, 430.249 ó 430.250. Estas corrientes de plena carga se deben sumar al mayor de los siguientes valores: la corriente o corrientes de los motocompresores a carga nominal o a la corriente

o corrientes de selección del circuito ramal, y además a la valor nominal en amperios de las demás cargas, para obtener una corriente equivalente de plena carga para la carga combinada.

(b) La corriente con rotor bloqueado equivalente al valor nominal en caballos de fuerza de cada motor, diferente de los motocompresores herméticos de refrigeración, se debe seleccionar de Tablas 430.251 (A) o 430.251 (B), y para los motores de ventiladores y sopladores con polos sombreados o condensador dividido permanentemente, marcados con la corriente con rotor bloqueado, se debe usar el valor marcado. Las corrientes con rotor bloqueado se deben sumar a la corriente o corrientes con rotor bloqueado de los motocompresores y a la corriente nominal en amperios de las demás cargas, para obtener una corriente equivalente con rotor bloqueado para la carga combinada. Un método aceptable para calcular la corriente equivalente con rotor bloqueado para la carga combinada simultánea, cuando no se puedan arrancar simultáneamente dos o más motores u otras cargas, tales como calentadores con resistencias, o ambos, debe ser el tomar las combinaciones adecuadas de las corrientes con rotor bloqueado y las corrientes de cargas nominales, o las corrientes de selección del circuito ramal, la que sea la mayor.

Excepción: Cuando parte de las cargas concurrentes sea una carga resistiva y el medio de desconexión sea un interruptor con valor nominal en caballos de fuerza y amperios, se permitirá que el interruptor usado tenga un valor nominal en caballos de fuerza no inferior a las cargas combinadas de los motocompresores y otros motores en la condición de rotor bloqueado, si el valor nominal en amperios del interruptor, no es inferior a esta carga con rotor bloqueado más la carga resistiva.

(2) Equivalente de la corriente de plena carga. El valor en amperios nominal del medio de desconexión debe ser como mínimo el 115% de la suma de todas las corrientes en la condición de carga nominal, determinada de acuerdo con la sección 440.12 (B) (1).

Excepción: Se permitirá que un interruptor listado de circuito de motor, sin fusible y sin portafusibles, que tenga un valor nominal en caballos de fuerza no inferior al equivalente, en caballos de fuerza, determinada de acuerdo con la sección 440.12 (B) (1), tenga un valor nominal en amperios menor al 115 por ciento de la suma de todas las corrientes.

(C) Motocompresores pequeños. Para motocompresores pequeños que no tienen marcada en su placa de características la corriente con rotor bloqueado, o para motores pequeños no incluidos en las Tablas 430.247, 430.248, 430.249 o 430.250, se debe asumir que la corriente con rotor bloqueado es seis veces la corriente de carga nominal.

(D) Medios de desconexión. Todos los medios de desconexión del circuito del motocompresor de

refrigeración, instalados entre el punto de conexión al alimentador y el punto de conexión al motocompresor, deben cumplir lo establecido en la sección 440.12.

(E) Medio de desconexión con valor nominal superior a 100 caballos de fuerza. Cuando la corriente con rotor bloqueado o la corriente de carga nominal, calculada según los anteriores apartados, indique que el medio de desconexión tiene un valor nominal de más de 100 caballos de fuerza, se debe aplicar lo establecido en la sección 430.109 (E).

440.13 Equipos conectados con cordón. Para los equipos conectados con cordón, tales como acondicionadores de aire para cuartos, refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y dispensadores de bebidas, se permitirá utilizar como medio de desconexión un conector separable o una clavija de conexión y un receptáculo.

> **Nota**: Con relación a los acondicionadores de aire para cuartos, véase la sección 440.63.

440.14 Ubicación. El medio de desconexión debe estar ubicado al alcance de la vista desde el equipo de aire acondicionado o de refrigeración y debe ser fácilmente accesible desde éstos. Se permitirá que el medio de desconexión esté instalado en o dentro del equipo de aire acondicionado o refrigeración.

El medio de desconexión no se debe ubicar en los paneles diseñados para permitir el acceso al equipo de aire acondicionado o de refrigeración, ni de modo que la(s) placa(s) de características quede(n) oculta(s).

> *Excepción No. 1: Cuando el medio de desconexión suministrado de acuerdo con la sección 430.102(A), pueda ser bloqueado en la posición abierta, y el equipo de refrigeración o aire acondicionado sea esencial para un proceso industrial en una instalación con procedimientos escritos de seguridad, y cuyas condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que los equipos sólo son atendidos por personas calificadas, no se exigirá un medio de desconexión que esté al alcance de la vista desde el equipo. El medio para bloquear o agregar un bloqueo al medio de desconexión se debe instalar sobre o en el interruptor o interruptor automático y debe permanecer en su lugar con o sin el bloqueo instalado.*
>
> *Excepción No.2: Cuando se utilizan una clavija de conexión y un receptáculo como el medio de desconexión de acuerdo con la sección 440.13, su ubicación debe ser accesible, pero no se exigirá que sea fácilmente accesible.*
>
> > **Nota**: Para otros requisitos adicionales, véase el Artículo 430 Partes VII y IX.

III. Protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal

440.21 Generalidades. Las disposiciones de la Parte III especifican los dispositivos proyectados para proteger los conductores del circuito ramal, aparatos de control y motores de circuitos que alimentan motocompresores herméticos de refrigeración, contra la sobrecorriente debida a cortocircuitos y fallas a tierra. Estas disposiciones son complementarias o modifican las del Artículo 240.

440.22 Aplicación y selección

(A) Valor nominal o ajuste para motocompresores individuales. El dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito ramal debe ser capaz de conducir la corriente de arranque del motor. Se permitirá un dispositivo de protección cuya corriente nominal o de ajuste no exceda el 175 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor, o la corriente de selección del circuito ramal, de estos dos valores el que sea mayor, siempre que, si la protección especificada no es suficiente para la corriente de arranque del motor, se permitirá aumentar la corriente nominal o ajuste, pero sin exceder el 225 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor o la corriente de selección del circuito ramal, de estos dos valores el que sea mayor.

Excepción: No se exigirá que el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito ramal sea inferior a 15 amperios.

(B) Valor nominal o ajuste para los equipos. El dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal debe ser capaz de conducir la corriente de arranque de los equipos. Cuando la única carga del circuito sea un motocompresor hermético de refrigeración, la protección debe cumplir lo establecido en la sección 440.22(A). Cuando el equipo incluya más de un motocompresor hermético de refrigeración o un motocompresor hermético de refrigeración y otros motores o cargas, la protección contra cortocircuito y fallas a tierra del equipo debe cumplir lo establecido en las secciones 430.53 y 440.22 (B) (1) y (B) (2).

(1) El motocompresor es la carga más grande. Cuando la carga más grande conectada al circuito sea un motocompresor hermético de refrigeración, el valor nominal o ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal no debe exceder el valor especificado en la sección 440.22 (A) para el motocompresor más grande, más la suma de la corriente de carga nominal o la corriente de selección del circuito ramal, la que sea mayor, de todos los demás motocompresores y las capacidades nominales de las otras cargas alimentadas.

(2) El motocompresor no es la carga más grande. Cuando la carga más grande conectada al circuito no sea un motocompresor hermético de refrigeración, el valor nominal o ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal no debe exceder un valor igual a la suma de la corriente de carga nominal o la corriente de selección del circuito ramal, de estos dos valores el mayor, el(los) valor(es) nominal(es) del(los) motocompresor(es), más el valor especificado en la sección 430.53(C)(4) cuando se alimenten otras cargas de motores, o el valor especificado en la sección 240.4, cuando solamente se alimenten cargas que no sean de motores, además del motocompresor o motocompresores.

Excepción No. 1: Se permitirá que un equipo conectado a un circuito ramal monofásico, que arranque y funcione a 15 ó 20 amperios, 120 voltios o a 15 amperios, 208 ó 240 voltios, esté protegido por el dispositivo de protección contra sobrecorriente de 15 ó 20 amperios del circuito ramal, pero si la corriente nominal máxima del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal, marcada en el equipo, es inferior a estos valores, el dispositivo de

protección del circuito no debe exceder el valor marcado en la placa de características del equipo.

Excepción No. 2: Para determinar los requisitos del circuito ramal se deben utilizar los valores nominales marcados en la placa de características de los equipos conectados con cordón y clavija, para circuitos monofásicos de máximo 250 voltios, tales como refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y dispensadores de bebidas, y cada unidad se debe considerar como un solo motor, excepto si se indica otra cosa en la placa de características.

(C) Valor nominal de los dispositivos de protección que no exceda los valores del fabricante. Cuando el valor nominal máximo del dispositivo de protección, que aparece en la tabla de relés de sobrecarga suministrada por el fabricante para uso con un controlador de motor, sea inferior al valor nominal o de ajuste seleccionado de acuerdo con la sección 440.22(A) y (B), la corriente nominal del dispositivo de protección no debe exceder los valores marcados por el fabricante en el equipo.

IV. Conductores del circuito ramal

440.31 Generalidades. Las disposiciones de la Parte IV y del Artículo 310 especifican la ampacidad de los conductores, necesarias para conducir la corriente del motor sin sobrecalentamiento bajo las condiciones especificadas, excepto lo modificado por la sección 440.6 (A), Excepción No. 1. Las disposiciones de estos artículos no se deben aplicar a los conductores integrales de los motores, controladores de motores y similares, ni a los conductores que formen parte integral de un equipo aprobado.

Nota: En las secciones 300.1 (B) y 310.1 se establecen requisitos similares.

440.32 Un solo motocompresor. Los conductores de los circuitos ramales que alimentan un solo motocompresor deben tener una ampacidad no inferior al 125 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor o de la corriente de selección del circuito ramal, de estos dos valores el que sea mayor.

Para un motocompresor de arranque en estrella y funcionamiento en delta, se permitirá que la selección de los conductores del circuito ramal entre el controlador y el motocompresor se basen en el 72 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor o de la corriente de selección del circuito ramal, de estos dos valores el que sea mayor.

Nota: Los conductores individuales del circuito del motor de un motocompresor de arranque en estrella y funcionamiento en delta conducen el 58 por ciento de la corriente de carga nominal. El multiplicador de 72 por ciento se obtiene al multiplicar 58 por ciento por 1.25.

440.33 Motocompresor(es) con o sin cargas adicionales de motores. Los conductores que alimenten uno o más motocompresores con o sin carga(s) adicional(es), deben tener una ampacidad no inferior a la suma de los valores de carga nominal o del valor de corriente nominales de selección del circuito ramal, de estos valores el que sea mayor, de todos los motocompresores, más las corrientes de plena carga de los demás motores, más el 25 por ciento del valor nominal del motor o

motocompresor más grande en el grupo.

Excepción No. 1: Cuando el circuito esté enclavado, de manera que se impida el arranque y funcionamiento de un segundo motocompresor o grupo de motocompresores, el calibre de los conductores se debe determinar a partir del mayor motocompresor o grupo de motocompresores que pueda estar funcionando en un momento dado.

Excepción No. 2: Los conductores de circuitos ramales de acondicionadores de aire para cuartos, deben estar de acuerdo con la Parte VII del Artículo 440.

440.34 Cargas combinadas. Los conductores que alimenten una carga de motocompresores, adicional a cargas de alumbrado o de electrodomésticos, tal como se calcula en el Artículo 220 y otros artículos aplicables, deben tener una ampacidad suficiente para la carga de alumbrado o de electrodomésticos más la ampacidad necesaria para la carga del motocompresor, determinada de acuerdo con la sección 440.33 o, si se trata de un solo motocompresor, la sección 440.32.

Excepción: Cuando el circuito esté enclavado, de manera que se impida la operación simultánea del(los) motocompresor(es) y todas las demás cargas conectadas, el calibre de los conductores se debe determinar a partir del mayor calibre exigido para que el motocompresor o motocompresores y otras cargas puedan operar en un momento dado.

440.35 Equipos con varios motores y cargas combinadas. La ampacidad de los conductores que alimentan equipos con varios motores y cargas combinadas, no debe ser inferior a la ampacidad mínima del circuito, marcada en la placa de características del equipo, de acuerdo con la sección 440.4 (B).

V. Controladores para motocompresores

440.41 Valor nominal.

(A) Controlador de un motocompresor. Un controlador de un motocompresor debe tener un valor nominal de corriente de plena carga y servicio continuo y un valor nominal de corriente con rotor bloqueado, no inferiores a la corriente de carga nominal de la placa de características o a la corriente de selección del circuito ramal, de estos dos valores el que sea mayor, y a la corriente con rotor bloqueado del motocompresor respectivamente. Si el valor nominal del controlador del motor está dada en caballos de fuerza y no se dan uno o los dos de los anteriores valores nominales de corriente equivalente, se deben determinar a partir de los valores nominales como se indica a continuación. Se deben usar las Tablas 430.248, 430.249 o 430.250, para determinar el valor nominal de corriente equivalente de plena carga. Y se deben usar las Tablas 430.251 (A) y 430.251 (B), para determinar la corriente nominal equivalente de rotor bloqueado.

(B) Controlador que sirve a más de una carga. Un controlador que sirve a más de un motocompresor o a un motocompresor y otras cargas, debe tener un valor nominal de corriente de plena carga a servicio continuo y un valor nominal de corriente con rotor bloqueado no inferior a las cargas combinadas, determinadas de acuerdo con la sección 440.12(B).

VI. Protección contra sobrecarga del motocompresor y del circuito ramal

440.51 Generalidades. Las disposiciones de la Parte VI especifican los dispositivos proyectados

para proteger el motocompresor, los aparatos de control del motor y los conductores del circuito ramal, contra el calentamiento excesivo debido a sobrecargas del motor y fallas al arrancar.

Nota: Véase la sección 240.4 (G) con relación a las aplicaciones de las Partes III y VI del Artículo 440.

440.52 Aplicación y selección

(A) Protección del motocompresor. Todos los motocompresores deben estar protegidos contra sobrecargas y fallas al arrancar, por uno de los siguientes medios:

(1) Un relé de sobrecarga separado que sea sensible a la corriente del motocompresor. Este dispositivo se debe seleccionar para que se dispare a una corriente no superior al 140 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor.

(2) Un dispositivo de protección térmica integrado con el motocompresor, aprobado para su uso con el motocompresor que protege, de modo que prevenga el sobrecalentamiento peligroso debido a sobrecargas o a fallas al arrancar. Si el dispositivo de interrupción de corriente está separado del motocompresor y su circuito de control es operado por un dispositivo de protección integrado en el motocompresor, se debe instalar de modo que al abrirse el circuito de control se produzca una interrupción de la corriente hacia el motocompresor.

(3) Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso que sea sensible a la corriente del motor, al que también se le permitirá servir como dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal.
Este dispositivo debe tener un valor nominal no superior al 125 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor. Debe tener un tiempo de retardo suficiente para permitir que el motocompresor arranque y acelere su carga. El equipo o el motocompresor deben estar marcados con valor nominal máximo del fusible o del interruptor automático de tiempo inverso del circuito ramal.

(4) Un sistema de protección suministrado o especificado y aprobado para su uso con el motocompresor que protege, de modo que prevenga el sobrecalentamiento peligroso debido a sobrecargas o fallas al arrancar. Si el dispositivo de interrupción de corriente está separado del motocompresor y su circuito de control es operado por un dispositivo de protección que no está integrado al dispositivo de interrupción de corriente, se debe instalar de modo que al abrirse el circuito de control se produzca una interrupción de la corriente hacia el motocompresor.

(B) Protección de los aparatos de control de los motocompresores y de los conductores del circuito ramal. Los controladores, los medios de desconexión y los conductores de los circuitos ramales de motocompresores, se deben proteger contra sobrecorrientes debidas a sobrecargas y fallas al arrancar del motor, por uno de los siguientes medios. Se permitirá que estos medios de protección sean el mismo dispositivo o sistema de protección del motocompresor, de acuerdo con la sección 440.52(A).

Excepción: Se permitirá que la protección contra sobrecarga de los

motocompresores y equipos conectados a circuitos ramales monofásicos de 15 ó 20 amperios, estén de acuerdo con las secciones 440.54 y 440.55.

(1) Un relé de sobrecarga seleccionado de acuerdo con la sección 440.52 (A) (1).

(2) Un protector térmico aplicado de acuerdo con la sección 440.52 (A) (2) y que no permita una corriente permanente superior al 156 por ciento de las corrientes de carga no minal o de selección del circuito ramal marcadas.

(3) Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso, seleccionado de acuerdo con la sección 440.52 (A) (3).

(4) Un sistema de protección de acuerdo con la sección 440.52 (A) (4), que no permita una corriente permanente superior al 156 por ciento de la corriente de carga nominal o de la corriente de selección del circuito ramal marcadas.

440.53 Relés de sobrecarga. Los relés de sobrecarga y otros dispositivos para la protección contra sobrecarga de los motores, que no son capaces de abrir cortocircuitos, deben estar protegidos por fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso cuya corriente nominal o ajuste cumplan lo establecido en la Parte III, a menos que estén identificados para su instalación en grupo o para motores con devanado dividido y marcados de modo que se indique el tamaño máximo del fusible o interruptor automático de tiempo inverso por los cuales deben estar protegidos.

Excepción: Se permitirá que el tamaño del fusible o del interruptor automático de tiempo inverso esté marcado en la placa de características de los equipos en los que se usen relés u otro dispositivo de protección contra sobrecarga.

440.54 Motocompresores y equipos en circuitos ramales de 15 ó 20 amperios, no conectados con cordón y clavija. Se permitirá la protección contra sobrecarga, tal como se indica en las secciones 440.54(A) y 440.54 (B), para motocompresores y equipos conectados a circuitos ramales monofásicos de 15 ó 20 amperios, 120 voltios o 15 amperios, 208 ó 240 voltios, tal como se permite en el Artículo 210.

(A) Protección contra sobrecarga. El motocompresor debe tener protección contra sobrecarga, seleccionada tal como se especifica en la sección 440.52 (A). Tanto el controlador como el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor deben estar identificados para su instalación con el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal al cual esté conectado el equipo.

(B) Tiempo de retardo. El dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra que protege al circuito ramal, debe tener un tiempo de retardo suficiente para permitir que el motocompresor y otros motores arranquen y aceleren sus cargas.

440.55 Motocompresores y equipos en circuitos ramales de 15 ó 20 Amperios, conectados mediante cordón y clavija. Se permitirá la protección contra sobrecarga tal como se indica en las secciones 440.55(A), (B) y (C), para motocompresores y equipos conectados con cordón y clavija a circuitos ramales monofásicos de 15 ó 20 amperios, 120 voltios o 15 amperios, 208 ó 240 voltios, según se permite en el Artículo 210.

(A) Protección contra sobrecarga. El motocompresor debe estar equipado con protección contra

sobrecarga, tal como se especifica en la sección 440.52 (A). Tanto el controlador como el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor deben estar identificados para su instalación con el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal al cual esté conectado el equipo.

(B) Valor nominal de la clavija y del receptáculo. El valor nominal de la clavija y del receptáculo no debe ser superior a 20 amperios para 125 voltios o 15 amperios para 250 voltios.

(C) Tiempo de retardo. El dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra que protege al circuito ramal, debe tener un tiempo de retardo suficiente para permitir que el motocompresor y otros motores arranquen y aceleren sus cargas.

VII Disposiciones para acondicionadores de aire para cuartos

440.60 Generalidades. Las disposiciones de la Parte VII se deben aplicar a los acondicionadores de aire eléctricos para cuartos, que controlan la temperatura y la humedad. Para el propósito de esta Parte VII, se debe considerar que un acondicionador de aire para cuartos (con o sin previsiones para calefacción) es un electrodoméstico de corriente alterna, de tipo de ventana, de consola o de pared, que se instala en el cuarto que debe acondicionar y que incluye uno o más motocompresores herméticos de refrigeración. Las disposiciones de la Parte VII se aplican a los equipos monofásicos hasta de 250 voltios máximo y se permitirá que estos equipos estén conectados con cordón y clavija.

Un acondicionador de aire para cuartos, trifásico o para más de 250 voltios nominales debe ir conectado directamente a un método de alambrado reconocido en el Capítulo 3 y no se deben aplicar las disposiciones de la Parte VII.

440.61 Puesta a tierra. Los envolventes de los acondicionadores de aire para cuartos se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con las secciones 250.110, 250.112 y 250.114.

440.62 Requisitos de los circuitos ramales.

(A) Acondicionadores de aire para cuartos como una sola unidad de motor. Al determinar los requisitos de sus circuitos ramales, un acondicionador de aire para cuartos se debe considerar como una sola unidad de motor cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Está conectado con cordón y clavija.

(2) Su valor nominal no es superior a 40 amperios y 250 voltios, monofásico.

(3) En su placa de características se muestra la corriente total de carga nominal, en lugar de las corrientes individuales del motor.

(4) El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal no excede la ampacidad de los conductores del circuito ramal o el valor nominal del receptáculo, de estos valores el que sea menor.

(B) Cuando no se alimentan otras cargas. Cuando no se alimenten otras cargas, el valor nominal de corriente total marcado de los acondicionadores de aire para cuartos conectados con cordón y clavija, no debe exceder el 80 por ciento de valor nominal del circuito ramal.

(C) Cuando también se alimentan unidades de alumbrado u otros electrodomésticos.

Cuando se alimenten salidas de alumbrado, otros electrodomésticos o receptáculos para uso general, el valor nominal total marcada de los acondicionadores de aire para cuartos, conectados con cordón y clavija, no debe exceder el 50 por ciento de valor del circuito ramal. Cuando el circuito está enclavado para evitar el funcionamiento simultáneo del acondicionador de aire para cuartos y la energización de otras salidas en el mismo circuito ramal, un acondicionador de aire para cuartos conectado con cordón y clavija no debe exceder el 80 por ciento de valor nominal del circuito ramal.

440.63 Medios de desconexión. Se permitirá que la clavija de conexión y el receptáculo de un acondicionador de aire para cuartos, monofásico a 250 voltios o menos, sirvan como el medio de desconexión, si: (1) los controles manuales del acondicionador de aire son fácilmente accesibles y están ubicados a una distancia no mayor de 1.8 m (6 pies) del piso, o (2) se instala un medio de desconexión manual aprobado, en un lugar fácilmente accesible y al alcance de la vista desde el acondicionador de aire para cuartos.

440.64 Cordones de alimentación. Cuando se utilice un cordón flexible para alimentar un acondicionador de aire para cuartos, su longitud no debe ser superior a 3.0 m (10 pies) para acondicionadores de 120 voltios nominales, o de 1.8 m (6 pies) para una tensión nominal de 208 ó 240 voltios.

440.65 Interruptor/detector de corriente de fuga (LCDI) e interruptor de circuito por falla de arco (AFCI). Los acondicionadores de aire para cuartos monofásicos conectados con cordón y clavija deben estar equipados con protección LCDI o AFCI instalada en la fábrica. Dicha protección debe ser parte integral de la clavija de conexión o estar ubicada en el cordón de alimentación a una distancia máxima de 300 mm (12 pulgadas) de la clavija de conexión.

ARTÍCULO 445
Generadores

445.1 Alcance. Este artículo trata de la instalación de los generadores.

445.10 Ubicación. Los generadores deben ser de un tipo adecuado para el lugar donde vayan a estar instalados. Además, deben cumplir los requisitos para motores que establece la sección 430.14.

445.11 Marcado. Todos los generadores deben tener una placa de características en la que conste el nombre del fabricante, la frecuencia nominal, el factor de potencia, el número de fases si son de corriente alterna, las impedancias transitoria y subtransitoria, el valor nominal en kilowatts o kilovolt-ampere, la tensión y corriente normales correspondientes a su valor nominal, las revoluciones por minuto nominales, la clase del sistema de aislamiento, la temperatura ambiente nominal o el aumento nominal de temperatura y su tiempo nominal de funcionamiento.

445.12 Protección contra sobrecorriente.

(A) Generadores de tensión constante. Los generadores de tensión constante, excepto los excitadores de generadores de corriente alterna, deben estar protegidos contra sobrecargas por su propio diseño, con interruptores automáticos, fusibles u otro medio aceptable de protección contra sobrecorriente adecuado para las condiciones de uso.

(B) Generadores bifilares. Se permitirá que los generadores bifilares de corriente continua estén protegidos contra sobrecorriente en sólo un conductor, si el dispositivo de protección es accionado por toda la corriente generada distinta de la del campo en derivación. El dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe abrir el campo en derivación.

(C) De 65 voltios o menos. Los generadores que operen a 65 voltios o menos y son accionados por motores individuales, se deben considerar como protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del motor si ese dispositivo opera cuando los generadores estén entregando no más del 150% de su corriente nominal de plena carga.

(D) Conjuntos compensadores. Los generadores bifilares de corriente continua que se utilicen junto con conjuntos compensadores para obtener puntos neutros para sistemas trifilares, deben estar equipados con dispositivos de protección contra sobrecorriente que desconecten el sistema trifilar si se produce un desequilibrio excesivo de tensiones o corrientes.

(E) Generadores trifilares de corriente continua. Los generadores trifilares de corriente continua, ya sea con devanado compuesto o en derivación, deben estar equipados con dispositivos de protección contra sobrecorriente, uno en cada punta de la armadura y conectadas de modo que sean accionados por toda la corriente de la armadura. Dichos dispositivos de protección contra sobrecorriente deben ser interruptores automáticos bipolares y de doble bobina, o tetrapolares conectados a los terminales principales y del compensador y que sean disparados por dos dispositivos de protección contra sobrecorriente, uno en cada punta de la armadura. Dichos dispositivos de protección deben estar enclavados de modo que no se pueda abrir ningún polo sin que se desconecten simultáneamente del sistema las dos puntas de la armadura.

Excepción para (A) hasta (E): Cuando la autoridad con jurisdicción considere que un generador es vital para el funcionamiento de una instalación eléctrica

y debe funcionar hasta que falle, para evitar mayores riesgos a las personas, se permitirá que el(los) dispositivo(s) sensor(es) de sobrecarga estén conectados a un indicador o alarma supervisados por personal autorizado, en lugar de interrumpir el circuito del generador.

445.13 Ampacidad de los conductores. La ampacidad de los conductores, desde los terminales del generador hasta el(los) primer(os) dispositivo(s) de distribución que contiene(n) protección contra sobrecorriente, no debe ser inferior al 115 por ciento de la corriente nominal marcada en la placa de características del generador. Se permitirá dimensionar los conductores del neutro de acuerdo con la sección 220.61. Los conductores que deban conducir las corrientes de falla a tierra no deben ser más pequeños de lo exigido en la sección 250.30(A). Los conductores del neutro de generadores de c.c. que deban conducir las corrientes de falla a tierra no deben tener un calibre inferior al calibre mínimo exigido al conductor más grande.

Excepción: Cuando el diseño y funcionamiento del generador eviten las sobrecargas, la ampacidad de los conductores no debe ser inferior al 100% de la corriente nominal marcada en la placa de características del generador.

445.14 Protección de las partes vivas. Las partes vivas de los generadores que funcionen a más de 50 voltios a tierra, no deben estar expuestas a contactos accidentales cuando sean accesibles a personas no calificadas.

445.15 Protección para los operadores. Cuando sea necesario para la seguridad de las personas encargadas del equipo, se deben aplicar los requisitos de la sección 430.233.

445.16 Adaptadors. Cuando los cables pasen por una abertura de un envolvente, una caja de conduit o una barrera, se deben proteger de los bordes cortantes de dicha abertura mediante un adaptadors. La superficie del adaptadors que pueda estar en contacto con los cables, debe ser lisa y redondeada. Si el adaptadors se usa en lugares donde pueda haber aceite, grasa u otros contaminantes, el adaptadors debe estar hecho de un material que no resulte afectado por ellos.

445.17 Cajas de los terminales de los generadores. Las cajas de los terminales de los generadores deben cumplir con la sección 430.12. Cuando se necesite el valor nominal en caballos de fuerza para determinar el tamaño mínimo exigido de la caja de los terminales del generador, la corriente de plena carga del generador se debe comparar con motores similares en las tablas 430.247 hasta 430.250. Se debe usar el valor nominal en caballos de fuerza más alto de las Tablas 430.247 y 430.250 siempre que la selección del generador esté entre dos valores nominales.

445.18 Medios de desconexión exigidos para los generadores. Los generadores deben estar equipados con un(os) desconectador(es), que se pueda(n) bloquear en la posición abierta, por medio del(os) cual(es) el generador y todos los dispositivos de protección y aparatos de control se puedan desconectar completamente de los circuitos alimentados por el generador, excepto cuando se aplican las dos condiciones siguientes:

(1) El medio de accionamiento del generador que lo pueda parar fácilmente.

(2) El generador no está dispuesto para operar en paralelo con otro generador u otra fuente de tensión.

445.19 Generadores que alimentan cargas múltiples. Se permitirá que un solo generador que alimenta más de una carga o varios generadores que operan en paralelo alimenten cualquiera de los siguientes elementos:

(1) Un tablero de distribución vertical con secciones separadas.

(2) Envolventes individuales con protección contra sobrecorriente derivada desde un solo alimentador para la separación y distribución de la carga.

ARTÍCULO 450

Transformadores y bóvedas para transformadores (incluidos los enlaces del secundario)

450.1 Alcance. Este Artículo trata sobre la instalación de todos los transformadores.

Excepción No. 1: Los transformadores de corriente.

Excepción No.2: Los transformadores de tipo seco que formen parte de otro aparato y cumplan los requisitos para tal aparato.

Excepción No.3: Los transformadores que formen parte integral de aparatos de rayos X, de alta frecuencia o de recubrimiento electrostático.

Excepción No.4: Los transformadores utilizados con circuitos de Clase 2 y Clase 3 que cumplan con el Artículo 725.

Excepción No.5: Los transformadores de anuncios luminosos e iluminación de contorno que cumplan con el Artículo 600.

Excepción No.6: Los transformadores de equipos de alumbrado por descarga eléctrica que cumplan con el Artículo 410.

Excepción No. 7: Los transformadores utilizados con circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada que cumplan con la Parte III del Artículo 760.

Excepción No. 8: Los transformadores utilizados en investigación, desarrollo o pruebas cuando se hayan tomado las medidas necesarias para proteger a las personas del contacto con sus partes energizadas.

Este Artículo comprende la instalación de transformadores dedicados al suministro de potencia a instalaciones de bombas contra incendios, según las modificaciones del Artículo 695.

Este Artículo trata también de la instalación de transformadores en lugares (clasificados como) peligrosos, según las modificaciones de los Artículos 501 a 504.

I. Disposiciones Generales

450.2 Definiciones. Para el propósito de este artículo, se debe aplicar la siguiente definición.

Transformador. Mientras no se indique otra cosa en este Artículo, transformador individual, monofásico o polifásico, identificado por una sola placa de características.

450.3 Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de los transformadores debe cumplir las secciones 450.3 (A), (B) o (C). Tal como se usa en esta sección, la palabra transformador significará un transformador o un banco polifásico de dos o más transformadores monofásicos que funcionan como una unidad.

Nota No. 1: Para la protección contra sobrecorriente de los conductores véanse las

secciones 240.4, 240.21, 240.100 y 240.101.

Nota No. 2: Las cargas no lineales pueden aumentar el calentamiento de un transformador sin que opere su dispositivo de protección contra sobrecorriente.

(A) Transformadores de más de 600 voltios nominales. La protección contra sobrecorriente se debe suministrar de acuerdo con la Tabla 450.3 (A).

(B) Transformadores de 600 voltios nominales o menos. La protección contra sobrecorriente se debe suministrar de acuerdo con la Tabla 450.3 (B).

Excepción: Cuando el transformador esté instalado como un transformador del circuito de control de motores, de acuerdo con las secciones 430.72 (C) (1) hasta (C) (5).

(C) Transformadores de tensión. Los transformadores de tensión instalados en interiores o en envolventes, deben estar protegidos con fusibles en el primario.

Nota: Para la protección de circuitos de instrumentos que incluyen transformadores de tensión, véase la sección 408.52.

450.4 Autotransformadores de 600 voltios nominales o menos.

(A) Protección contra sobrecorriente. Todos los autotransformadores de 600 voltios nominales o menos deben estar protegidos por dispositivos separados de protección contra sobrecorriente instalados en serie con cada conductor de entrada no puesto a tierra. Este dispositivo de protección debe tener un valor nominal o ajuste no superior al 125 por ciento de la corriente de entrada nominal de plena carga del autotransformador. Cuando este cálculo no corresponda al valor nominal estándar de un fusible o interruptor automático no ajustable, y la corriente nominal de entrada sea de 9 amperios o más, se permitirá elegir el valor nominal estándar inmediatamente superior descrita en la sección 240.6. No se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente en serie con el devanado en derivación (el devanado común a los circuitos de entrada y de salida) del autotransformador, es decir, entre los puntos A y B como se ilustra en la Figura 450.4.

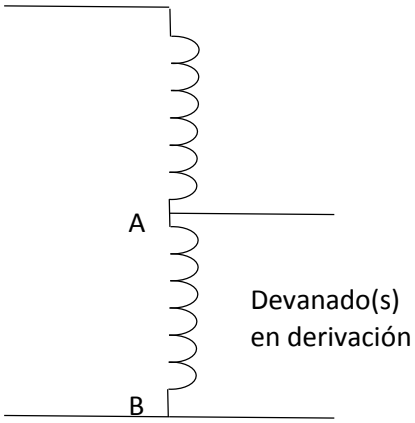


Figura 450.4 Autotransformador

Excepción: Cuando la corriente nominal de entrada del autotransformador sea

inferior a 9 amperios, se permitirá instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de corriente nominal o ajuste no superior al 167% de la corriente de entrada.

Tabla 450.3 (A). Valor nominal o ajuste máximo de la protección contra sobrecorriente para transformadores de más de 600 voltios (como porcentaje de la corriente nominal del transformador).

Limitaciones sobre el lugar	Impedancia nominal del transformador	Protección del primario, más de 600 voltios		Protección del secundario (véase la Nota 2)		
				Más de 600 voltios		600 voltios o menos
		Interruptor automático (véase la Nota 4)	Valor nominal del fusible	Interruptor automático (véase la Nota 4)	Valor nominal del fusible	Valor nominal del interruptor automático o fusible
Cualquier lugar	No más del 6%	600% (véase la Nota 1)	300% (véase la Nota 1)	300% (véase la Nota 1)	250% (véase la Nota 1)	125% (véase la Nota 1)
	Más del 6%, pero máximo el 10%	400% (véase la Nota 1)	300% (véase la Nota 1)	250% (véase la Nota 1)	225% (véase la Nota 1)	25% (véase la Nota 1)
Lugares supervisados únicamente (véase la Nota 3)	Cualquiera	300% (véase la Nota 1)	250% (véase la Nota 1)	No se exige	No se exige	No se exige
	No más del 6%	600%	300%	300% (véase la Nota 5)	250% (véase la Nota 5)	250% (véase la Nota 5)
	Más del 6%, pero máximo el 10%	400%	300%	250% (véase la Nota 5)	250% (véase la Nota 5)	250% (véase la Nota 5)

Notas:

1. Cuando el valor nominal del fusible o el ajuste del interruptor automático exigido no correspondan a un valor nominal o ajuste estándares, se permitirá tomar el valor nominal o ajuste estándar inmediatamente superior.
2. Cuando se exija protección contra sobrecorriente del secundario, se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecorriente del secundario esté compuesto por un máximo de seis interruptores automáticos o seis grupos de fusibles agrupados en un lugar. Cuando se utilicen dispositivos múltiples de protección contra sobrecorriente, el total de los valores nominales de los dispositivos no debe exceder el valor permitido para un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente. Si como dispositivo de protección contra sobrecorriente se utilizan tanto interruptores como fusibles, el total de los valores nominales del dispositivo no debe exceder el permitido para los fusibles.
3. Un lugar supervisado es aquel en que las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que solamente personal calificado supervisará y prestará servicio a la instalación de transformadores.
4. Los fusibles accionados electrónicamente que se puedan ajustar para abrir a una corriente específica se deben ajustar de acuerdo con los ajustes para interruptores automáticos.
5. Se permitirá que un transformador equipado por el fabricante con protección térmica coordinada contra sobrecarga no tenga protección independiente del secundario.

(B) Transformador conectado en campo como autotransformador. Un transformador conectado en campo como un autotransformador, debe estar identificado para su uso a una tensión elevada.

> **Nota**. Para más información sobre los usos permitidos de los autotransformadores, véanse las secciones 210.9 y 215.11.

450.5 Autotransformadores de puesta a tierra. Los autotransformadores de puesta a tierra de los que trata esta sección son transformadores conectados en zigzag o en T y conectados a sistemas trifásicos, trifilares no puestos a tierra, con el fin de crear un sistema de distribución trifásico, tetrafilar, o para proporcionar un punto neutro para fines de puesta a tierra. Estos transformadores deben tener un valor de corriente nominal permanente por cada fase y un valor de corriente nominal permanente del neutro. Los transformadores conectados en zigzag no se deben instalar en el lado de carga de cualquier conexión de puesta a tierra del sistema, incluso aquellos elaborados de acuerdo con las secciones 250.24 (B), 250.30 (A) (1) o 250.32 (B), Excepción.

> **Nota**. La corriente de fase en un autotransformador de puesta a tierra es un tercio de la corriente del neutro.

(A) Sistemas trifásicos tetrafilares. Un autotransformador de puesta a tierra usado para crear un sistema de distribución trifásico tetrafilar a partir de un sistema trifásico y trifilar no puesto a tierra, debe cumplir con las secciones 450.5 (A) (1) hasta (A) (4)

> (1) Conexiones. El transformador se debe conectar directamente a los conductores de fase no puestos a tierra, y no se debe conectar o equipar con un interruptor o un sistema de protección contra sobrecorriente que sea independiente del interruptor principal y del dispositivo de protección contra sobrecorriente de disparo común del sistema trifásico tetrafilar.

Tabla 450.3 (B). Valor nominal o ajuste máximo de la protección contra sobrecorriente para los transformadores de 600 voltios y menos (como un porcentaje de la corriente nominal del transformador)

Método de protección	Protección del primario			Protección del secundario (véase la Nota 2)	
	Corriente de 9 amperios o más	Corriente de menos de 9 amperios	Corriente de menos de 2 amperios	Corriente de 9 amperios o más	Corriente de menos de 9 amperios
Protección del primario solamente	125% (véase la Nota 1)	167%	300%	No se exige	No se exige
Protección del primario y secundario	250% (véase la Nota 3)	250% (véase la Nota 3)	250% (véase la Nota 3)	125% (véase la Nota 1)	167%

Notas:
1. Cuando el 125 por ciento de la corriente no corresponde a un valor estándar de un fusible o interruptor automático no ajustable, se permitirá elegir el valor nominal estándar inmediatamente superior.

2. Cuando se exija protección contra sobrecorriente en el secundario, se permitirá que el dispositivo de sobrecorriente del secundario esté compuesto por máximo seis interruptores automáticos o seis grupos de fusibles agrupados en un lugar. Cuando se utilicen dispositivos múltiples de protección contra sobrecorriente, el total de todos los valores nominales de los dispositivos no deben exceder el valor permitido para un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente.

3. Se permitirá que un transformador equipado por el fabricante con protección térmica coordinada contra sobrecarga y dispuesta para interrumpir la corriente del primario, tenga protección contra sobrecorriente en el primario con valor nominal o ajuste a un valor de corriente que no sea más de seis veces la corriente nominal del transformador, para transformadores que no tienen una impedancia de más del 6 por ciento y no más de cuatro veces la corriente nominal del transformador, para transformadores que tienen una impedancia de más del 6 por ciento pero no más del 10 por ciento.

(2) Protección contra sobrecorriente. Se debe instalar un dispositivo de detección de sobrecorriente, que cause la apertura del interruptor principal o del dispositivo de protección contra sobrecorriente de disparo común especificado en la sección 450.5 (A) (1), cuando la carga del autotransformador alcance o exceda el 125 por ciento de su corriente nominal permanente por fase o su valor nominal del neutro. Se permitirá el disparo retardado cuando se detecten sobrecorrientes transitorias en el dispositivo de protección contra sobrecorriente del autotransformador, con el propósito de permitir la operación adecuada de los dispositivos de protección del alimentador o del ramal en los sistemas tetrafilares.

(3) Detección de fallas del transformador. En los sistemas trifásicos tetrafilares se debe instalar un sistema de detección de fallas que ocasione la apertura del interruptor principal o del dispositivo de protección contra sobrecorriente de disparo común para proteger la instalación contra fallas monofásicas o internas.

Nota: Esta protección se puede conseguir mediante el uso de dos transformadores de corriente, tipo toroidal, conectados sustractivamente e instalados de modo que detecten e indiquen si se produce un desequilibrio en la corriente de línea al autotransformador de 50 por ciento o más de la corriente nominal.

(4) Valor nominal. El autotransformador debe tener un valor nominal de corriente permanente del neutro suficiente para soportar la corriente máxima posible de carga de desequilibrio del neutro en los sistemas tetrafilares.

(B) Referencia de puesta a tierra para los dispositivos de protección contra fallas. Un autotransformador de puesta a tierra que se utilice para suministrar una magnitud especificada de corriente de falla a tierra para la operación de un dispositivo de protección sensible a fallas a tierra en sistemas trifásicos trifilares no puestos a tierra, debe cumplir los requisitos de las secciones 450.5 (B) (1) y (B) (2).

(1) Valor nominal. El autotransformador debe tener un valor nominal permanente de corriente del neutro suficiente para la corriente de falla a tierra especificada.

(2) Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente debe cumplir lo indicado en los literales (a) y (b).

(a) Valor nominal de operación e interrupción. En el circuito ramal de un autotransformador de puesta a tierra se debe aplicar un dispositivo de protección contra corriente, que tenga un valor nominal de interrupción conforme con la sección 110.9 y que cuando opere abra simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra.

(b) Valor nominal en amperios. La protección contra sobrecorriente debe tener un valor nominal o ajuste de un valor de corriente que no exceda el 125 por ciento del valor de corriente nominal permanente por fase del autotransformador, o del 42 por ciento del valor de corriente nominal permanente de cualquier dispositivo conectado en serie con el neutro del autotransformador. Se permitirá el disparo retardado para corrientes temporales, con el fin de permitir la correcta operación de los dispositivos de disparo sensibles a fallas a tierra del sistema principal, pero no debe exceder los valores que serían mayores que un valor nominal de corriente de corta duración del autotransformador de puesta a tierra, o de cualquier dispositivo conectado en serie con el neutro del mismo.

Excepción: Para los sistemas puestos a tierra con alta impedancia tratados en la sección 250.36, en donde se diseña la corriente máxima de falla a tierra para que sea como máximo de 10 amperios, y cuando el autotransformador de puesta a tierra y la impedancia de puesta a tierra están clasificadas para servicio continuo, se permitirá instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente, con valor nominal máximo de 20 amperios y que abra simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra, en el lado de alimentación del autotransformador de puesta a tierra.

(C) Referencia de puesta a tierra para la amortiguación de sobretensiones transitorias. Un autotransformador de puesta a tierra utilizado para limitar sobretensiones transitorias, debe tener un valor nominal adecuado y debe estar conectado de acuerdo con la sección 450.5 (A) (1).

450.6 Enlaces del secundario. Tal como se usa en este artículo, un enlace del secundario es un circuito que funciona a 600 voltios nominales o menos entre fases, que conecta dos fuentes de alimentación o puntos de alimentación de potencia, tales como los secundarios de dos transformadores. Se permitirá que el enlace conste de uno o más conductores por fase o neutro. Los conductores que conectan los secundarios de los transformadores de acuerdo con la sección 450.7 no se deben considerar enlaces del secundario.
Como se usa en esta sección, la palabra "transformador" hace referencia a un transformador o a un banco de transformadores que funcionan como una unidad.

(A) Circuitos de enlace. Los circuitos de enlace deben estar equipados con protección contra sobrecorriente en cada extremo, tal como se exige en las partes I, II y VIII del Artículo 240.

En las condiciones descritas en las secciones 450.6 (A) (1) y 450.6 (A) (2) se permitirá que la protección contra sobrecorriente esté de acuerdo con lo que se establece en 450.6 (A) (3).

(1) Cargas sólo en los puntos de alimentación del transformador. Cuando todas las cargas estén conectadas en los puntos de alimentación del transformador en cada extremo del enlace y no se proporcione protección contra sobrecorriente según las Partes I, II y VIII del Artículo 240, la ampacidad del enlace no debe ser inferior al 67 por ciento de la corriente nominal del secundario del transformador con un valor nominal más grande que alimente al sistema de enlace del secundario.

(2) Cargas conectadas entre los puntos de alimentación del transformador. Cuando haya una carga conectada al enlace en cualquier punto entre los puntos de alimentación del transformador y no se proporcione protección contra sobrecorriente según las Parte I, II y VIII del Artículo 240, la ampacidad nominal del enlace no debe ser inferior al 100 por ciento de la corriente nominal del secundario del transformador con el valor nominal más grande que alimente al sistema de enlace del secundario.

Excepción: Se permitirá que los circuitos de enlace que constan de múltiples conductores por fase, estén dimensionados y protegidos de acuerdo con la sección 450.6 (A) (4).

(3) Protección del circuito de enlace. Bajo las condiciones descritas en las secciones 450.6 (A) (1) y (A) (2), los dos extremos de alimentación de cada conductor no puesto a tierra del enlace deben estar equipados con un dispositivo de protección que se abra a una temperatura predeterminada del conductor del enlace bajo condiciones de cortocircuito. Esta protección debe consistir en uno de los siguientes: (1) un conector de cable, terminal o lengüeta con un enlace fusible, conocido como un limitador, de un tamaño correspondiente al del conductor y de construcción y características de acuerdo con la tensión de funcionamiento y el tipo de aislamiento de los conductores del enlace, o (2) interruptores automáticos accionados por dispositivos con características comparables de corriente - tiempo.

(4) Interconexión de los conductores de fase entre los puntos de alimentación del transformador. Cuando el enlace consta de más de un conductor por fase o neutro, los conductores de cada fase o del neutro deben cumplir con una de las siguientes disposiciones:

(a) Interconectados. Los conductores se deben interconectar para establecer un punto de alimentación de la carga y se debe proporcionar el dispositivo protector especificado en 450.6 (A) (3) en cada conductor no puesto a tierra del enlace en ese punto en ambos lados de la interconexión. Los medios de interconexión deben tener una ampacidad no inferior a la carga que se va a servir.

(b) No interconectados. Las cargas se deben conectar a uno o más conductores individuales de un enlace con conductores en paralelo, sin interconectar los conductores de cada fase o neutro y sin la protección especificada en 450.6 (A) (3) en los puntos de conexión de la carga. Cuando se hace esto, los conductores de enlace de cada

fase o neutro deben tener una ampacidad de capacidad combinada no inferior al 133 por ciento de la corriente nominal del secundario del transformador con el valor nominal más grande que alimenta al sistema de enlace del secundario; la carga total de estas derivaciones no debe exceder la corriente nominal del secundario del transformador con el valor nominal más grande y las cargas deben estar divididas equitativamente entre cada fase y entre los conductores individuales de cada fase, en la medida de lo posible.

(5) Control del circuito de enlace. Cuando la tensión de operación exceda los 150 voltios a tierra, los enlaces del secundario equipados con limitadores deben tener un interruptor en cada extremo que, cuando se abran, desenergicen los conductores de enlace y los limitadores asociados. El valor nominal de corriente del interruptor no debe ser inferior a la ampacidad de la corriente nominal de los conductores conectados al mismo. El interruptor debe ser capaz de interrumpir su corriente nominal y debe estar construido de modo que no se abra por las fuerzas magnéticas resultantes de la corriente de cortocircuito.

(B) Protección contra sobrecorriente para las conexiones del secundario. Cuando se utilicen enlaces del secundario, en las conexiones del secundario de cada transformador que alimenta al sistema de enlace, se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente con valor nominal o ajuste no superior al 250 por ciento de la corriente nominal del secundario de los transformadores. Además, en la conexión del secundario de cada transformador se debe instalar un interruptor automático accionado por un relé de corriente inversa ajustado para que abra el circuito a una corriente no superior a la corriente nominal del secundario del transformador.

(C) Puesta a tierra. Cuando el sistema de enlace del secundario esté puesto a tierra, el secundario de cada transformador que alimenta al sistema de enlace debe estar puesto a tierra de acuerdo con los requisitos de la sección 250.30 para sistemas derivados separadamente.

450.7 Funcionamiento en paralelo. Se permitirá que los transformadores funcionen en paralelo y desconectados como una unidad, siempre que el dispositivo de protección contra sobrecorriente para cada transformador cumpla los requisitos de la sección 450.3 (A) para dispositivos de protección del primario y del secundario de más de 600 voltios, o con la sección 450.3 (B) para dispositivos de protección del primario y del secundario de 600 voltios o menos.

450.8 Resguardo. Los transformadores se deben resguardar según se especifica en las secciones 450.8 (A) hasta (D).

(A) Protección mecánica. Cuando los transformadores estén expuestos a daños físicos, se deben adoptar las medidas adecuadas para reducir al mínimo la posibilidad de daños a los transformadores por causas externas.

(B) Carcasa o envolvente. Los transformadores tipo seco deben estar instalados en una carcasa o en un envolvente no combustible y resistente a la humedad que ofrezca protección contra la inserción accidental de objetos extraños.

(C) Partes energizadas expuestas. Se permitirá que los interruptores u otros equipos que funcionen a 600 voltios nominales o menos y que estén conectados únicamente a equipos dentro

del envolvente del transformador, estén instalados dentro de este envolvente si sólo son accesibles a personas calificadas. Todas las partes energizadas se deben resguardar según lo establecido en las secciones 110.27 y 110.34.

(D) Advertencia de tensión. La tensión de funcionamiento de las partes vivas expuestas en las instalaciones de transformadores, se debe indicar por anuncios o marcas visibles colocadas en los equipos o estructuras.

450.9 Ventilación. La ventilación debe ser la adecuada para eliminar las pérdidas del transformador a plena carga sin provocar aumentos de temperatura que excedan sus valores nominales.

> **Nota No. 1**: Véanse los documentos ANSI/IEEE C57.12.00-1993, General Requirements for Liquid-Inmersed Distribution, Power, and Regulating Transformers y ANSI/IEEE C57.12.01-1989 General Requirements for Dry-Type Distribution and Power Transformers,.
>
> **Nota No. 2**: En algunos transformadores se pueden presentar pérdidas adicionales cuando están presentes corrientes no sinusoidales que dan lugar a un aumento de calor por encima del valor nominal del transformador. Cuando se utilizan transformadores con cargas no lineales, véase el documento Recommended Practice for Establishing Transformer Capability When Supplying Nonsinusoidal Load Currents, ANSI/IEEE C57.110-1993.

Los transformadores con aberturas de ventilación se deben instalar de modo que éstas no queden bloqueadas por paredes u otros obstáculos. En el transformador deben estar claramente marcadas las distancias de seguridad necesarias.

450.10 Puesta a tierra. Cuando estén puestas a tierra, las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de las instalaciones de transformadores, incluidas las vallas, barreras, protecciones, etc., se deben poner a tierra y unirse en las condiciones y con los métodos especificados en las Partes V, VI y VII del Artículo 250 para los equipos eléctricos y otras partes metálicas expuestas.

450.11 Marcado. Todos los transformadores deben tener una placa de características en la que conste el nombre del fabricante, el valor nominal en kilovoltios-amperios, la frecuencia, la tensión del primario y del secundario, la impedancia para los transformadores de 25 KVA en adelante, las distancias necesarias para los transformadores con aberturas de ventilación y la cantidad y el tipo del líquido de aislamiento, cuando se use. Además, en la placa de características de todos los transformadores de tipo seco se debe incluir la clase de temperatura del sistema de aislamiento.

450.12. Espacio para el alambrado de los terminales. El espacio mínimo para la curvatura del alambrado en los terminales fijos de conexión de la alimentación y de la carga de los transformadores de 600 voltios nominales y menos debe ser como se exige en la sección 312.6. El espacio de alambrado para conexiones en espiral debe cumplir lo establecido en la Tabla 314.16 (B).

450.13 Accesibilidad. Todos los transformadores y las bóvedas para transformadores deben ser fácilmente accesibles al personal calificado para su inspección y mantenimiento, o deben cumplir los requisitos de las secciones 450.13 (A) o 450.13 (B).

(A) Instalaciones abiertas. No se exigirá que los transformadores tipo seco de 600 voltios nominales o menos, instalados en lugares abiertos sobre paredes, columnas o estructuras, sean fácilmente accesibles.

(B) Instalaciones en espacios huecos. Se permitirá instalar transformadores tipo seco de 600 voltios nominales o menos y que no excedan los 50 kVA, en espacios huecos de edificios no cerrados permanentemente por la estructura, siempre que cumplan los requisitos de ventilación de la sección 450.9 y los requisitos sobre separación de materiales combustibles de la sección 450.21 (A). No se exigirá que los transformadores así instalados sean fácilmente accesibles.

II. Disposiciones específicas aplicables a diferentes tipos de transformadores

450.21 Transformadores tipo seco instalados en interiores.

(A) Hasta 112 ½ kVA. Los transformadores de tipo seco instalados en interiores y de 112 ½ kVA nominales o menos, deben instalarse con una separación mínima de 300 mm (12 pulgadas) de materiales combustibles, a menos que estén separados de ellos por una barrera resistente al fuego y aislante del calor.

> *Excepción: Esta regla no se debe aplicar a transformadores para 600 voltios nominales o menos que están completamente encerrados, con o sin aberturas de ventilación.*

(B) De más de 112 ½ kVA. Los transformadores individuales de tipo seco de más de 112 ½ kVA nominales se deben instalar en un cuarto de transformadores de construcción resistente al fuego. A menos que se especifique algo diferente en este artículo, el término resistente al fuego significa una construcción con un valor nominal mínimo de 1 hora de resistencia al fuego.

> *Excepción No. 1: Los transformadores con sistemas de aislamiento Clase 155 o superior, y separados de materiales combustibles por una barrera resistente al fuego y aislante del calor, o por no menos de 1.83 m (6 pies) horizontalmente y 3.7 m (12 pies) verticalmente.*
>
> *Excepción No. 2: Los transformadores con sistemas de aislamiento Clase 155 o superior y encerrados completamente, excepto por las aberturas de ventilación.*
>
> **Nota**: Véanse los documentos Method for Fire Tests of Building Construction and Materials, ANSI/ASTM E119-1995, y Standard Methods of Tests of Fire Resistance of Building Construction and Materials, NFPA 251-2006.

(C) Para más de 35,000 voltios. Los transformadores de tipo seco de más de 35,000 voltios nominales se deben instalar en una bóveda que cumpla lo establecido en la Parte III de este artículo.

450.22 Transformadores de tipo seco instalados en exteriores. Los transformadores de tipo seco instalados en exteriores deben tener un envolvente a prueba de la intemperie.
Los transformadores de más de 112 ½ kVA no se deben ubicar a una distancia menor de 300 mm (12 pulgadas) de los materiales combustibles de los edificios, a menos que el transformador tenga sistemas de aislamiento Clase 155 o mayores y esté encerrado completamente, excepto por las aberturas de ventilación.

450.23 Transformadores aislados con líquidos de baja inflamabilidad. Se permitirá instalar transformadores aislados con líquidos listados cuyo punto de inflamación no sea inferior a 300° C, de acuerdo con las secciones 450. 23 (A) o 450.23 (B).

(A) Instalaciones en interiores. Las instalaciones en interiores se permitirán de acuerdo con una de las siguientes:

(1) En edificios de Tipo I o Tipo II, en áreas donde se cumplan todos los requisitos siguientes:

a. El transformador sea para 35,000 voltios nominales o menos.

b. No se almacenen materiales combustibles.

c. Se proporcione un área de confinamiento de líquidos.

d. La instalación cumpla todas las restricciones previstas en el listado del líquido.

(2) Con un sistema automático de extinción de incendios y un área de confinamiento de líquidos, siempre que el transformador sea para 35,000 voltios nominales o menos.

(3) De acuerdo con la sección 450.26.

(B) Instalaciones en exteriores. Se permitirá instalar transformadores aislados con líquidos de baja inflamabilidad en exteriores, sujetos a, adyacentes a o sobre el techo de edificios, siempre que estén instalados de acuerdo con (1) o (2):

(1) En edificios de Tipo I y Tipo II, la instalación debe cumplir todas las restricciones previstas en el listado del líquido.

Nota. Las instalaciones adyacentes a materiales combustibles, salidas de incendios o a las aberturas de puertas y ventanas, pueden requerir protección adicional tal como se indica en la sección 450.27.

(2) De acuerdo con la sección 450.27.

Nota No. 1: Como se usa en esta sección, la expresión edificios de Tipo I y Tipo II hace referencia a la construcción de edificios Tipo I y Tipo II definidas en el documento Standard on Types of Building Construction, NFPA 220-2006. Materiales combustibles hace referencia a los materiales no clasificados como no combustibles o de combustible limitado, como se definen en el documento NFPA 220-2006.

Nota No. 2: Véase la definición de listado, en el Artículo 100.

450.24 Transformadores aislados en líquidos no inflamables. Se permitirá instalar transformadores aislados con fluidos dieléctricos, identificados como no inflamables, tanto en interiores como en exteriores. Tales transformadores instalados en interiores y de más de 35,000 voltios nominales deben estar instalados en una bóveda. Cuando tales transformadores estén instalados en

interiores, deben estar provistos con un área para confinamiento de líquidos y una válvula de alivio de presión. Los transformadores deben estar equipados con un medio para absorber los gases generados por cualquier arco eléctrico que se produzca dentro del tanque, o la válvula de alivio de presión debe estar conectada a una chimenea o salida de humos que dirija estos gases a un área ambientalmente segura.

> **Nota**. La seguridad se puede aumentar si se hacen análisis de riesgo de incendio para dichas instalaciones de transformadores.

Para los propósitos de esta sección, un fluido dieléctrico no inflamable es el que no tiene punto de inflamación o punto de chispa y no es inflamable en el aire.

450.25 Transformadores aislados con Askarel, instalados en interiores. Los transformadores aislados con Askarel e instalados en interiores, de más de 25 kVA nominales se deben suministrar con una válvula de alivio de presión. Cuando estén instalados en un lugar con ventilación deficiente, se deben suministrar con un medio para absorber cualquier gas generado por la formación de arcos dentro de la caja, o la válvula de alivio de presión se debe conectar a una chimenea o salida de humos que lleven esos gases fuera del edificio. Los transformadores con aislamiento de Askarel, para más de 35,000 voltios nominales, se deben instalar en una bóveda.

450.26 Transformadores aislados con aceite instalados en interiores. Los transformadores aislados con aceite e instalados en interiores, se deben instalar en una bóveda construida como se indica en la Parte III de este artículo.

> *Excepción No. 1: Cuando la capacidad total no exceda los 112 1/2 kVA, se permitirá que la bóveda especificada en la Parte III de este artículo esté hecha en concreto reforzado de no menos de100 mm (4 pulgadas) de espesor.*
>
> *Excepción No. 2: Cuando la tensión nominal no exceda los 600 voltios, no se exigirá una bóveda si se toman las medidas adecuadas para evitar que el fuego del aceite del transformador encienda otros materiales y si la capacidad total de una instalación no excede los 10 kVA en una sección del edificio clasificada como combustible, o 75 kVA si la estructura que rodea al transformador está clasificada como construcción resistente al fuego.*
>
> *Excepción No. 3: Se permitirá que los transformadores de hornos eléctricos con un valor nominal total que no exceda los 75 kVA, se instalen sin bóveda en un edificio o cuarto de construcción resistente al fuego, siempre que se tomen las medidas necesarias para evitar que el fuego del aceite del transformador se propague a otros materiales combustibles.*
>
> *Excepción No. 4: Se permitirá instalar sin bóveda un transformador con un valor nominal total que no exceda los 75 kVA y una tensión de alimentación de 600 voltios o menos que sea parte integral de un equipo de aceleración de partículas cargadas, en un edificio o cuarto de construcción no combustible o resistente al fuego, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para evitar que el fuego del aceite del transformador se propague a otros materiales combustibles.*
>
> *Excepción No. 5: Se permitirá instalar transformadores en un edificio separado que no cumpla con la Parte III de este artículo si tanto el edificio como su contenido no presentan riesgo de incendio para otros edificios o propiedades, y*

si el edificio se utiliza únicamente para suministrar el servicio de electricidad y su interior es accesible sólo a personas calificadas.

Excepción No. 6: Se permitirá utilizar transformadores con aislamiento de aceite sin bóveda, en equipos portátiles y móviles de minería de superficie (tales como excavadoras eléctricas) si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(a) Existen medidas para drenar las fugas de líquido al suelo.

(b) Existe un medio de salida seguro para el personal.

(c)Se dispone de una barrera de acero de 6 mm (1/4 de pulgada) de espesor, como mínimo, para la protección de las personas.

450.27 Transformadores con aislamiento de aceite instalados en exteriores. Los materiales combustibles, edificios combustibles y partes de edificios, las salidas de incendios y las aperturas de las puertas y ventanas, se deben resguardar contra los incendios originados en transformadores con aislamientos de aceite, instalados en techos y asegurados o próximos a edificios o materiales combustibles.

En los casos en que la instalación del transformador presente peligro de incendio, se debe utilizar una o más de las siguientes protecciones, de acuerdo con el grado de peligro involucrado:

(1) Espacios de separación.

(2) Barreras resistentes al fuego.

(3) Sistemas automáticos de supresión de incendios.

(4) Envolventes *(enclosures)* que confinen el aceite de un tanque roto de un transformador.

Se permitirá que los envolventes *(enclosures)* para el de aceite sean diques, áreas con reborde o estanques resistentes al fuego, o zanjas rellenas de piedra gruesa triturada. Cuando la cantidad de aceite y la exposición sean tales que su eliminación sea importante, los recipientes de aceite deben estar dotados con medios para drenaje.

Nota. Para información adicional sobre transformadores instalados en postes, estructuras o subterráneos, véase el National Electrical Safety Code, ANSI C2-2007.

450.28 Modificaciones a los transformadores. Cuando se hagan modificaciones en un transformador de una instalación ya existente, que cambien el tipo de transformador respecto a lo establecido en la Parte II de este artículo, dicho transformador debe ser marcado para indicar el tipo de líquido aislante utilizado, y la instalación del transformador modificado debe cumplir con los requisitos aplicables a ese tipo de transformador.

III. Bóvedas para transformadores

450.41 Ubicación. Siempre que sea posible, las bóvedas para transformadores deben estar ventiladas al aire exterior sin necesidad de utilizar ductos o canales.

450.42 Paredes, techos y pisos. Las paredes y techos de las bóvedas se deben construir con materiales que tengan una resistencia estructural adecuada para las condiciones, y con una resistencia mínima al fuego de tres horas. Los pisos de las bóvedas que estén en contacto con la tierra deben ser de concreto con un espesor mínimo de 100 mm (4 pulgadas), pero si la bóveda está construida con un espacio vacío u otras plantas del edificio por debajo de ella, el piso debe tener una resistencia estructural adecuada para soportar la carga impuesta sobre él y debe tener una resistencia mínima al fuego de tres horas. Para los propósitos de esta sección, no son aceptables construcciones con columnas y paneles.

Excepción: Cuando los transformadores estén protegidos con rociadores automáticos, agua pulverizada, dióxido de carbono o halón, se permitirá que la construcción tenga valor nominal de 1 hora de resistencia al fuego.

Nota No. 1: Para información adicional, véanse los documentos Method for Fire Tests of Building Construction and Materials, ANSI/ASTM E119-1995, y Standard Methods of Tests of Fire Resistance of Building Construction and Materials, NFPA 251-2006.

Nota No. 2: Una construcción típica con tres horas de resistencia al fuego es una de concreto reforzado de 150 mm (6 pulgadas) de espesor.

450.43 Entradas. Las entradas a las bóvedas para transformadores se deben proteger según las secciones 450.43 (A), (B) y (C).

(A) Tipo de puerta. Todas las entradas que conducen desde el interior de un edificio hasta la bóveda de transformadores deben estar equipadas con una puerta de cierre hermético que tenga una resistencia mínima al fuego de tres horas. Cuando las condiciones lo requieran, se permitirá que la autoridad con jurisdicción exija una puerta de este tipo en la abertura de la pared exterior.

Excepción: Cuando los transformadores estén protegidos por rociadores automáticos, agua pulverizada, dióxido de carbono o halón, se permitirá una construcción con valor nominal de resistencia al fuego de 1 hora.

Nota: Para información adicional, véase el documento Standard for Fire Doors and Other Opening Protectives, NFPA 80-2007.

(B) Umbrales. Las puertas deben tener un umbral o bordillo de altura suficiente para confinar el aceite del transformador más grande dentro de la bóveda. En ningún caso la altura debe ser inferior a 100 mm (4 pulgadas).

(C) Cerraduras. Las puertas deben estar equipadas con cerraduras, se deben mantener cerradas y se permitirá el acceso sólo a personas calificadas. Las puertas para el personal deben abrirse hacia fuera y deben estar equipadas de barras de pánico, placas de presión u otros dispositivos que las mantengan normalmente cerradas pero que se abran por presión simple.

450.45 Aberturas de ventilación. Cuando lo exija la sección 450.9, deben existir aberturas para ventilación de acuerdo con las secciones 450.45 (A) hasta (F):

(A) Ubicación. Las aberturas de ventilación deben estar ubicadas lo más lejos posible de las puertas, ventanas, salidas de incendios y materiales combustibles.

(B) Disposición. Se permitirá que una bóveda ventilada por circulación natural de aire tenga aproximadamente la mitad del área total de las aberturas necesarias para ventilación en una o más aberturas cerca del piso y la restante en una o más aberturas en el techo o en la parte superior de las paredes, cerca del techo, o que toda el área requerida para ventilación esté en una o más aberturas en el techo o cerca de él.

(C) Tamaño. Para una bóveda ventilada por circulación natural del aire hacia un área exterior, el área neta total combinada de todas las aberturas de ventilación, restando el área ocupada por persianas, rejillas o pantallas, no debe ser inferior a 1 900 mm2 (3 pulgadas2) por kVA de capacidad de los transformadores en servicio. Si los transformadores tienen una capacidad inferior a 50 kVA, en ningún caso el área neta debe ser inferior a 0.1 m2 (1 pie2).

(D) Cubiertas. Las aberturas de ventilación deben estar cubiertas por rejillas, persianas o pantallas durables, de acuerdo con las condiciones necesarias para evitar que se produzcan situaciones inseguras.

(E) Compuertas. Todas las aberturas de ventilación que den al interior deben estar dotadas de compuertas contra incendios de cierre automático que funcionen en respuesta a cualquier incendio en la bóveda. Dichas compuertas deben tener un valor nominal de resistencia al fuego no inferior a 1 ½ horas.

Nota. Véase Standard for Fire Dampers, ANSI/UL 555-1995.

(F) Ductos. Los ductos de ventilación deben ser construidos con material resistente al fuego.

450.46 Drenaje. Cuando sea posible, las bóvedas que contengan transformadores de más de 100 kVA de capacidad deben estar dotadas de un drenaje o de otro medio que permita eliminar cualquier acumulación de aceite o agua en la bóveda, a menos que por las condiciones locales esto resulte impráctico. Cuando exista drenaje, el piso debe estar inclinado hacia éste.

450.47 Tuberías de agua y accesorios. Sistemas de ductos o tuberías ajenos a la instalación eléctrica no deben entrar ni atravesar las bóvedas para transformadores. No se deben considerar ajenas a la instalación eléctrica las tuberías u otros elementos para la protección contra incendios de las bóvedas o para el enfriamiento de los transformadores.

450.48 Almacenamiento en las bóvedas. Las bóvedas para transformadores no se deben utilizar para el almacenamiento de materiales.

ARTÍCULO 455
Convertidores de fase

I. Generalidades

455.1 Alcance. Este artículo trata sobre la instalación y uso de los convertidores de fase.

455.2 Definiciones.

Convertidor de fase. Dispositivo eléctrico que convierte un sistema eléctrico de potencia monofásico en uno trifásico.

> **Nota**: Los convertidores de fase tienen características que modifican el par de arranque y la corriente con rotor bloqueado de los motores alimentados, por lo que es necesario tener esto en cuenta al elegir un convertidor de fase para una carga específica.

Convertidor estático de fase. Dispositivo sin piezas rotatorias, dimensionado para una determinada carga trifásica, que permite la operación desde una fuente de alimentación monofásica.

Convertidor rotativo de fase. Dispositivo que consiste en un transformador rotatorio y panel(es) de condensadores, que permite la operación de cargas trifásicas a partir de una fuente de alimentación monofásica.

Fase fabricada. La fase fabricada o derivada es la que se origina en el convertidor de fase y no está conectada sólidamente a ninguno de los conductores monofásicos de entrada.

455.3 Otros artículos. Los convertidores de fase deben cumplir con este artículo y con las disposiciones aplicables de otros artículos de este Código.

455.4 Marcado. Todos los convertidores de fase deben tener una placa de características permanente que indique la siguiente información:

(1) El nombre del fabricante.

(2) La tensión nominal de entrada y salida.

(3) La frecuencia.

(4) La corriente monofásica nominal de entrada de plena carga.

(5) La carga nominal mínima y máxima monofásica en kVA o caballos de fuerza.

(6) La carga máxima total en kVA o caballos de fuerza.

(7) En el caso de un convertidor rotativo de fase, su corriente trifásica a plena carga.

455.5 Conexión de puesta a tierra de equipos. Se debe proporcionar un medio de conexión para el terminal del conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con la sección 250.8.

455.6 Conductores.

(A) Ampacidad. La ampacidad de los conductores monofásicos de alimentación se debe determinar según las secciones 455.6 (A) (1) o (A) (2).

> **Nota**. Los conductores monofásicos dimensionados para prevenir una caída de tensión no mayor al 3 por ciento desde la fuente de alimentación hasta el convertidor de fase, pueden contribuir al mejor arranque y funcionamiento de las cargas del motor.

(1) Cargas variables. Cuando las cargas que se van a alimentar son variables, la ampacidad del conductor no debe ser inferior al 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga en amperios de la entrada monofásica del convertidor, marcada en la placa de características.

(2) Cargas fijas. Cuando el convertidor de fase alimente cargas fijas específicas, y la ampacidad del conductor sea inferior al 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga en amperios de la entrada monofásica del convertidor marcada en la placa de características, los conductores deben tener una ampacidad no inferior al 250 por ciento de la suma de las corrientes nominales trifásicas de plena carga de los motores y otras cargas alimentadas, cuando las tensiones de entrada y de salida del convertidor de fase sean idénticas. Cuando las tensiones de entrada y salida del convertidor sean distintas, la corriente determinada según esta sección se debe multiplicar por la relación entre la tensión de salida a la de entrada.

(B) Marcado de la fase fabricada. Los conductores de la fase fabricada se deben identificar en todos los lugares accesibles mediante una marca distintiva. Las marcas deben ser consistentes en todo el sistema y el inmueble.

455.7 Protección contra sobrecorriente. Los conductores de la alimentación monofásica y el convertidor de fase se deben proteger contra sobrecorriente según las secciones 455.7 (A) o (B). Cuando el valor nominal del fusible o del interruptor automático no ajustable o el ajuste de un interruptor automático ajustable que se exijan no correspondan a un valor nominal o ajuste estándar, se permitirá elegir el valor nominal o el ajuste inmediatamente superior.

(A) Cargas variables. Cuando las cargas que se van a alimentar son variables, la protección contra sobrecorriente se debe ajustar a no más del 125 por ciento de la corriente nominal monofásica en amperios de entrada de plena carga del convertidor, marcada en la placa de características.

(B) Cargas fijas. Cuando el convertidor de fase alimenta cargas fijas específicas, y los conductores están dimensionados de acuerdo con la sección 455.6 (A) (2), los conductores se deben proteger de acuerdo con su ampacidad. La protección contra sobrecorriente determinada a partir de esta sección no debe exceder el 125 por ciento de la corriente nominal monofásica en amperios de entrada del convertidor, marcada en la placa de características.

455.8 Medios de desconexión. Se deben instalar medios de desconexión que desconecten simultáneamente todos los conductores de alimentación monofásicos no puestos a tierra al convertidor de fase.

(A) Ubicación. El medio de desconexión debe ser fácilmente accesible y estar ubicado al alcance de la vista desde el convertidor de fase.

(B) Tipo. El medio de desconexión debe ser un interruptor con valor nominal en caballos de fuerza, un interruptor automático o un interruptor de caja moldeada. Cuando sólo se alimentan cargas diferentes de las de motores, se permitirá un interruptor con valor nominal en amperios.

(C) Valor nominal. El valor nominal de corriente del medio de desconexión no debe ser inferior al 115 por ciento de la corriente nominal máxima monofásica de entrada de plena carga del convertidor, o para cargas fijas específicas, se permitirá seleccionarla de las secciones 455.8 (C) (1) o (C) (2).

(1) Corriente nominal del desconectivo. El medio de desconexión debe ser un interruptor automático o un interruptor de caja moldeada con un valor nominal en amperios no inferior al 250 por ciento de la suma de:

(1) Valores nominales de corriente trifásica de plena carga, de los motores.

(2) Otras cargas alimentadas.

(2) Desconectivo con valor nominal en caballos de fuerza. El medio de desconexión debe ser un interruptor con valor nominal en caballos de fuerza. La corriente con rotor bloqueado equivalente del valor nominal en caballos de fuerza del interruptor no debe ser inferior al 200 por ciento de la suma de:
(1) Cargas diferentes de las de motores. (2) La corriente trifásica con rotor bloqueado, del motor más grande, como se determina de la Tabla 430.251 (B), y (3) La corriente de plena carga de todos los otros motores trifásicos que operan al mismo tiempo.

(D) Relaciones de tensión. Los cálculos de la sección 455.8 (C) se deben aplicar directamente cuando las tensiones de entrada y salida del convertidor de fase son idénticas. Cuando las tensiones de entrada y salida del convertidor de fase son diferentes, la corriente se debe multiplicar por la relación de la tensión de salida a la de entrada.

455.9 Conexión de cargas monofásicas. Cuando se conecten cargas monofásicas al lado de carga de un convertidor de fase, no se deben conectar a la fase fabricada.

455.10 Cajas de los terminales. Un convertidor de fase debe tener una caja para los terminales, que debe cumplir lo establecido en la sección 430.12.

II. Disposiciones específicas aplicables a distintos tipos de convertidores de fase

455.20 Medios de desconexión. Se permitirá que los medios de desconexión monofásicos para la entrada de un convertidor estático de fase, sirvan como el medio de desconexión del convertidor y de una sola carga, si esa carga está al alcance de la vista desde el medio de desconexión.

455.21 Arranque. No se debe suministrar corriente al equipo de utilización hasta que se haya puesto en marcha el convertidor rotativo de fase.

455.22 Interrupción de la alimentación. El equipo de utilización alimentado por un convertidor rotativo de fase debe estar controlado de manera que, en el caso de una interrupción de energía, se desconecte también la alimentación al equipo.

Nota. Los arrancadores magnéticos de motores, los contactores

magnéticos y dispositivos similares con rearranque manual o temporizado para la carga, proporcionarán el rearranque después de la interrupción de la alimentación.

455.23 Condensadores. Los condensadores que no formen parte integral de un sistema de conversión rotativo de fase pero que estén instalados para la carga de un motor, se deben conectar del lado de la alimentación del dispositivo de protección contra sobrecarga de ese motor.

Artículo 460
Condensadores

460.1 Alcance.

Este artículo trata sobre la instalación de condensadores en los circuitos eléctricos.

Se excluyen de estos requisitos los condensadores limitadores de tensiones transitorias o los condensadores incluidos como partes componentes de otros aparatos y que cumplan los requisitos de dichos aparatos.

Este artículo también trata de las instalaciones de condensadores en lugares (clasificados como) peligrosos, con las modificaciones previstas en los Artículos 501 a 503.

460.2 Encerramiento y resguardo.

(A) Condensadores que contienen más de 11 L (3 galones) de líquido inflamable. Los condensadores que contengan más de 11 L (3 galones) de líquido inflamable, deben estar encerrados en bóvedas, o en envolventes con vallas en el exterior que cumplan lo establecido en el Artículo 110, Parte III. Este límite se debe aplicar a cualquier unidad sencilla en una instalación de condensadores.

(B) Contacto accidental. Cuando los condensadores sean accesibles a personas no autorizadas o no calificadas, deben estar encerrados, ubicados o resguardados de manera que las personas no puedan entrar en contacto accidental ni puedan poner materiales conductores en contacto accidental con las partes energizadas expuestas, terminales o barras conductoras asociadas a las mismas. Sin embargo, no se requiere protección adicional para envolventes accesibles solamente a personas autorizadas y calificadas.

I. De 600 voltios nominales y menos

460.6 Descarga de la energía almacenada. Los condensadores deben tener un medio para descargar la energía almacenada.

(A) Tiempo de descarga. La tensión residual de un condensador se debe reducir a 50 voltios nominales o menos, en un lapso máximo de un minuto a partir de la desconexión del condensador de la fuente de alimentación.

(B) Medio de descarga. El circuito de descarga debe estar permanentemente conectado a los terminales del condensador o banco de condensadores o debe estar equipado con un medio automático de conexión de dicho circuito a los terminales del banco de condensadores cuando la línea quede sin tensión. No se debe utilizar un medio manual de interrupción o de conexión del circuito de descarga.

460.8 Conductores.

(A) Ampacidad. La ampacidad de los conductores de un circuito de condensadores no debe ser inferior al 135 por ciento de la corriente nominal del condensador. La ampacidad de los conductores que conectan un condensador con los terminales de un motor o con los conductores de un circuito de

motores no debe ser inferior a 1/3 de la ampacidad de los conductores del circuito del motor y en ningún caso inferior al 135 por ciento de la corriente nominal del condensador.

(B) Protección contra sobrecorriente. En cada conductor no puesto a tierra de cada banco de condensadores se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente. La corriente nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe ser lo más baja que sea posible.

Excepción: No se exigirá un dispositivo de protección contra sobrecorriente separado para un condensador conectado en el lado de carga del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor.

(C) Medios de desconexión. En cada conductor no puesto a tierra de cada banco de condensadores se debe instalar un medio de desconexión que debe cumplir los siguientes requisitos:

(1) El medio de desconexión debe abrir simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra.

(2) Se permitirá que el medio de desconexión desconecte el condensador de la línea como un procedimiento habitual de funcionamiento.

(3) La corriente nominal del medio de desconexión no debe ser inferior al 135 por ciento de la corriente nominal del condensador.

Excepción: No se exigirá un medio de desconexión separado para un condensador conectado en el lado de carga de un controlador de motor.

460.9 Valor nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor. Cuando una instalación de motores incluya un condensador conectado en el lado de la carga del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor, el valor nominal o ajuste de dicho dispositivo se debe basar en el factor de potencia mejorado del circuito del motor.

Para determinar el valor nominal del conductor del circuito del motor, de acuerdo con la sección 430.22, se debe despreciar el efecto del condensador.

460.10 Puesta a tierra. Las carcasas de los condensadores se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción: Las carcasas de los condensadores no se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos cuando las unidades de condensadores estén sostenidas en una estructura diseñada para operar a un potencial distinto del de tierra.

460.12 Marcado. Todos los condensadores deben tener una placa de características en la que conste el nombre del fabricante, tensión nominal, frecuencia, kilovars o amperios, número de fases y, si está lleno de líquido combustible, el volumen de líquido. Cuando están llenos de líquido no inflamable, también se debe indicar esto en la placa de características. Ésta debe indicar, además, si el condensador tiene instalado un dispositivo de descarga en el interior de la carcasa.

II. De más de 600 voltios nominales

460.24 Desconexión

(A) Corriente de carga. Para la desconexión de los condensadores se deben utilizar interruptores operados en grupo que sean capaces para:

(1) Conducir continuamente no menos del 135 por ciento de la corriente nominal de la instalación del condensador.

(2) Interrumpir la corriente de carga máxima permanente de cada condensador, banco de condensadores o instalación de condensadores que se desconectaran como una unidad.

(3) Soportar la máxima corriente de irrupción, incluidas las contribuciones de las instalaciones adyacentes de condensadores.

(4) Conducir las corrientes debidas a fallas en el lado de los condensadores del interruptor.

(B) Seccionamiento.

(1) Generalidades. Se debe instalar un medio que permita separar de todas las fuentes de tensión cada condensador, banco de condensadores o instalación de condensadores que se puedan sacar del servicio como una unidad. El medio de seccionamiento debe proporcionar un espacio de aire visible en el circuito eléctrico adecuado para la tensión de funcionamiento.

(2) Interruptores de seccionamiento o desconexión sin valor nominal de interrupción. Los interruptores de seccionamiento o desconexión (sin valor nominal de interrupción) deben estar enclavados con el dispositivo de interrupción de carga o deben estar dotados de anuncios de advertencia bien visibles, de acuerdo con la sección 490.22, para evitar la interrupción de la corriente de carga.

(C) Requisitos adicionales para condensadores en serie. Se debe asegurar la secuencia de desconexión apropiada, mediante el uso de uno de los siguientes:

(1) Desconectivo de seccionamiento y de secuencia mecánica y derivación.

(2) Enclavamientos.

(3) Un procedimiento de desconexión que esté claramente explicado en el lugar de los interruptores

460.25 Protección contra sobrecorriente.

(A) Provista para detectar e interrumpir la corriente de falla. Se debe instalar un medio para detectar e interrumpir cualquier corriente de falla que pudiera causar presiones peligrosas dentro de un condensador individual.

(B) Dispositivos monopolares o multipolares. Para este propósito se permitirá utilizar dispositivos monopolares o multipolares.

(C) Protección individual o en grupos. Se permitirá proteger los condensadores individualmente o en grupos.

(D) Valor nominal o ajuste de los dispositivos de protección. Los dispositivos de protección de los condensadores o el equipo de condensadores deben tener un valor nominal o ser ajustados para operar dentro de los límites de la zona segura para los condensadores individuales. Si los dispositivos de protección están clasificados o ajustados para operar dentro de los límites de la Zona 1 o Zona 2, los condensadores deben estar encerrados o separados.

En ningún caso el valor nominal o ajuste de los dispositivos de protección debe exceder los límites máximos de la Zona 2.

> **Nota**: Para las definiciones de Zona Segura, Zona 1 y Zona 2, véase el documento Shunt Power Capacitors, ANSI/IEEE 18-1992.

460.26 Identificación. Todos los condensadores deben tener una placa de características permanente en la que conste el nombre del fabricante, tensión nominal, frecuencia, kilovars o amperios, número de fases y volumen de líquido identificado como inflamable. Si ese es el caso.

460.27 Puesta a tierra. Las carcasas de los condensadores se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos. Si el punto neutro del condensador está conectado al conductor del electrodo de puesta a tierra, la conexión se debe hacer de acuerdo con la Parte III del Artículo 250.

> *Excepción: Las carcasas de los condensadores no se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos cuando las unidades de condensadores estén soportadas en una estructura diseñada para funcionar a un potencial distinto del de tierra.*

460.28 Medios de descarga.

(A) Medios para reducir la tensión residual. Se debe instalar un medio para reducir la tensión residual de un condensador a 50 voltios nominales o menos en un lapso de 5 minutos después de desconectar el condensador de la fuente de alimentación.

(B) Conexión a los terminales. Un circuito de descarga debe estar conectado permanentemente a los terminales del condensador o estar equipado con un medio automático de conexión del circuito a los terminales del banco de condensadores después de la desconexión del condensador de la fuente de alimentación. Los devanados de los motores, transformadores u otros equipos conectados directamente a los condensadores sin interruptores ni dispositivos de protección contra sobrecorriente interpuestos, deben cumplir los requisitos de la sección 460.28 (A).

ARTÍCULO 470
Resistencias y reactancias

I. De 600 voltios nominales y menos

470.1 Alcance. Este Artículo trata sobre la instalación de resistencias y reactancias independientes en circuitos eléctricos.

> *Excepción: Las resistencias y reactancias que sean partes componentes de otros aparatos*.

Este Artículo también trata sobre la instalación de resistencias y reactancias en lugares (clasificados como) peligrosos, con las modificaciones de los Artículos 501 a 504.

470.2 Ubicación. Las resistencias y reactancias no se deben instalar donde estén expuestas a daños físicos.

470.3 Espacio de separación. Si el espacio entre las resistencias y reactancias y cualquier material combustible es inferior a 305 mm (12 pulgadas), se debe instalar una barrera térmica.

470.4 Aislamiento de los conductores. Los conductores aislados que se utilicen para conexiones entre elementos resistivos y controladores, deben ser adecuados para funcionar a una temperatura no inferior a 90° C (194° F).

> *Excepción: Se permitirán otros aislamientos de conductores para servicio de arranque de los motores.*

II. De más de 600 voltios nominales

470.18 Generalidades.

(A) Protegidos contra daños físicos. Las resistencias y reactancias deben estar protegidas contra daños físicos.

(B) Separados por envolventes o por elevación. Las resistencias y reactancias deben estar separadas por envolventes o por elevación para proteger a las personas del contacto accidental con las partes energizadas.

(C) Materiales combustibles. No se deben instalar resistencias ni reactancias en lugares muy próximos a materiales combustibles que puedan producir riesgo de incendio, y se debe dejar un espacio no inferior a 305 mm (12 pulgadas) hasta dichos materiales.

(D) Distancias. Las distancias desde las resistencias y reactancias hasta las superficies puestas a tierra deben ser adecuadas para la tensión existente.

> **Nota**. Véase el Artículo 490.

(E) Elevación de temperatura debido a corrientes circulantes inducidas. Los envolventes metálicos de las

reactancias y las partes metálicas adyacentes se deben instalar de modo que su aumento de temperatura debido a las corrientes inducidas circulantes no constituya un peligro para las personas ni un riesgo de incendio.

470.19 Puesta a tierra. Las carcasas o envolventes de las resistencias y reactancias se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

> *Excepción: Las carcasas o envolventes de resistencias o reactancias apoyadas en una estructura diseñada para operar a un potencial diferente del de tierra, no se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.*

470.20 Reactancias en aceite. La instalación de reactancias en aceite debe cumplir, además de los anteriores requisitos, los requisitos aplicables del Artículo 450.

ARTÍCULO 480
Baterías de acumuladores

480.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se deben aplicar a todas las instalaciones estacionarias de baterías de acumuladores.

480.2 Definiciones.

Batería de acumuladores *(Storage Battery)*. Batería formada por una o más celdas recargables de tipo plomo - ácido, níquel - cadmio o de otro tipo electroquímico recargable.

Celda o batería sellada *(Sealed Cell or Battery)*. Una celda o batería sellada es la que no tiene medios para la adición de agua o electrolito, ni un medio externo para medir la gravedad específica del electrolito. Se permitirá que las celdas individuales tengan un dispositivo de ventilación como se describe en la sección 480.10 (B).

Tensión nominal de la batería *(Nominal Battery Voltage)*. La tensión nominal calculada con base en 2 voltios por celda en las baterías de tipo plomo - ácido y 1.2 voltios por celda en las de tipo alcalino.

480.3 Alambrado y equipos alimentados por baterías. El alambrado y los equipos alimentados por baterías de acumuladores deben someterse a las disposiciones aplicables de este Código relativos al alambrado y el equipo que operen a la misma tensión, a menos que la sección 480.4 permita algo diferente.

480.4 Protección contra sobrecorriente para fuentes primarias de energía. No se exigirá protección contra sobre corriente para los conductores provenientes de una batería con valor nominal inferior a 50 voltios, si la batería suministra fuerza de arranque, ignición o control de las fuentes primarias de energía. La sección 300.3 no se debe aplicar a estos conductores.

480.5 Medios de desconexión. Se debe suministrar un medio de desconexión para todos los conductores no puestos a tierra derivados del sistema estacionario de baterías de más de 30 voltios. El medio de desconexión debe ser fácilmente accesible y estar ubicado al alcance de la vista desde el sistema de baterías.

480.6 Aislamiento de las baterías de máximo 250 voltios. Esta sección se aplica a baterías de acumuladores que tengan sus celdas conectadas de manera que operen a una tensión nominal no superior a 250 voltios.

(A) Baterías ventiladas de plomo - ácido. No se exigirá que las celdas y baterías de varios compartimientos con cubiertas selladas en recipientes de material no conductor y resistente al calor, tengan un soporte aislante adicional.

(B) Baterías ventiladas de tipo alcalino. No se exigirá que las celdas con cubiertas selladas en vasos de material no conductor y resistente al calor, tengan un soporte aislante adicional. Las celdas en vasos de material conductor se deben instalar en bandejas de material no conductor con un máximo de 20 celdas (24 voltios nominales) en el circuito en serie en cualquier bandeja.

(C) Vasos de goma. No se exigirá que las celdas en vasos de goma o en recipientes compuestos tengan un soporte aislante adicional, cuando la tensión nominal total de todas las celdas en serie no exceda los

150 voltios. Cuando la tensión total exceda los 150 voltios, las baterías se deben dividir en grupos de 150 voltios o menos y cada grupo debe tener sus celdas instaladas en bandejas o bastidores individuales.

(D) Celdas o baterías selladas. No se exigirá que las celdas y las baterías selladas de varios compartimientos construidas de material no conductor y resistente al calor, tengan un soporte aislante adicional. Las baterías con recipiente de material conductor deben tener un soporte aislante si existe tensión entre el recipiente y tierra.

480.7 Aislamiento de las baterías de más de 250 voltios. A las baterías de acumuladores con celdas conectadas de modo que operen a tensiones nominales superiores a los 250 voltios se les debe aplicar las disposiciones de la sección 480.6 y además las disposiciones de esta sección. Las celdas deben estar instaladas en grupos con una tensión nominal total no superior a los 250 voltios. El aislamiento, que puede ser el aire, se debe proporcionar entre los grupos, y debe haber una separación mínima de 50 mm (2 pulgadas) entre las partes vivas de polaridad opuesta de la batería, para tensiones de batería que no excedan los 600 voltios.

480.8 Bandejas y bastidores. Las bandejas y bastidores deben cumplir lo establecido en las secciones 480.8 (A) y (B).

(A) Bastidores. Tal como se exige en este artículo, los bastidores son armazones rígidos diseñados para soportar celdas o bandejas. Los bastidores deben ser sólidos y su construcción debe ser:

(1) En metal tratado de modo que resista la acción deteriorante del electrolito y dotado de elementos no conductores que sostengan directamente las celdas, o de un material aislante continuo, diferente de la pintura, sobre los elementos conductores.

(2) De otro material como fibra de vidrio o cualquier material no conductor adecuado.

(B) Bandejas. Las bandejas son armazones, tales como huacales o cajas poco profundas generalmente de madera u otro material no conductor, construidas o tratadas de modo que resistan la acción deteriorante del electrolito.

480.9 Ubicación de las baterías. La ubicación de las baterías debe cumplir con lo establecido en las secciones 480.9 (A), (B) y (C).

(A) Ventilación. Se deben tomar medidas para que haya suficiente ventilación y difusión de los gases provenientes de las baterías, para prevenir la acumulación de una mezcla explosiva.

(B) Partes vivas. La protección de las partes vivas debe cumplir con la sección 110.27.

(C) Espacio de trabajo. El espacio de trabajo alrededor de los sistemas de baterías debe cumplir con la sección 110.26. El espacio libre de trabajo se debe medir desde el borde del bastidor de la batería.

480.10 Ventilación.

(A) Celdas ventiladas. Cada celda ventilada debe estar equipada con un supresor de llama diseñado para evitar la destrucción de la celda debida a la ignición de los gases que haya dentro de la misma por una chispa o llama externa, bajo condiciones normales de operación.

(B) Celdas selladas. Las baterías o celdas selladas deben estar equipadas con una válvula de alivio de presión que prevenga la acumulación excesiva de presión del gas, o deben estar diseñadas de modo que prevengan la diseminación de los trozos de la celda en el caso de que ésta explote.

ARTÍCULO 490
Equipos de más de 600 Voltios nominales

I. Generalidades

490.1 Alcance. Este artículo trata de los requisitos generales para equipos que operan a más de 600 voltios nominales.

> **Nota No. 1**: Véase el documento Standard for Electrical Safety in the Workplace, NFPA 70E-2004, relativo a los requisitos de seguridad eléctrica para los sitios de trabajo de los empleados.
>
> **Nota No. 2**: Para mayor información sobre anuncios y rótulos de peligro, véase el documento Product Signs and Safety Labels, ANSI Z535-4.

490.2 Definición.

Alta tensión. Para los propósitos de este artículo, aquella superior a 600 voltios nominales.

490.3 Equipo en aceite. La instalación de equipos eléctricos diferentes de los transformadores tratados en el Artículo 450, que contienen más de 38 L (10 galones) de aceite inflamable por unidad, debe cumplir los requisitos de las Partes II y III del Artículo 450.

II. Equipo - Disposiciones específicas.

490.21 Dispositivos para interrupción de circuitos.

(A) Interruptores automáticos.

(1) Ubicación.

> (a) Los interruptores automáticos instalados en interiores se deben montar ya sea en unidades con envolvente metálico o en unidades montadas en celdas resistentes al fuego, o se permitirá su montaje abierto en lugares accesibles solamente a personal calificado.
>
> (b) Los interruptores automáticos usados para controlar los transformadores en aceite se deben localizar ya sea en la parte exterior de la bóveda del transformador o ser capaces de operar desde la parte exterior de la bóveda.
>
> (c) Los interruptores automáticos en aceite se deben disponer o ubicar de manera que las estructuras o materiales combustibles adyacentes queden resguardados de una manera aprobada.

(2) Características de operación. Los interruptores automáticos deben tener el siguiente equipo o características de operación.

> (1) Un medio mecánico accesible u otro medio aprobado para disparo manual, independiente de la potencia de control.
>
> (2) Deben ser de desenganche libre (de disparo libre).

(3) Si son capaces de abrir o cerrar manualmente mientras están energizados, los contactos principales deben operar independientemente de la velocidad de la operación manual.

(4) Un indicador mecánico de posición en el interruptor automático para mostrar la posición abierta o cerrada de los contactos principales.

(5) Un medio para indicar la posición abierta y cerrada del interruptor en el (los) punto(s) desde el(los) cual(es) se puede(n) operar.

(3) Placa de características. Un interruptor automático debe tener una placa de características permanente y legible que incluya el nombre del fabricante o marca registrada, tipo o número de identificación del fabricante, valor nominal de corriente permanente, valor nominal de interrupción en megavolt-amperios (MVA) o amperios, y el valor nominal máximo de tensión. La modificación de un interruptor automático, que afecte su(s) valor(es) nominal(es), debe ir acompañada por un cambio adecuado en la información de la placa de características.

(4) Valor nominal. Los interruptores automáticos deben tener los siguientes valores nominales:

(1) El valor nominal de corriente permanente de un interruptor automático no debe ser inferior a la corriente permanente máxima a través del interruptor automático.

(2) El valor nominal de interrupción de un interruptor automático no debe ser inferior a la corriente de falla máxima que se le exigirá interrumpir a dicho dispositivo, incluidas las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

(3) El valor nominal de cierre de un interruptor automático no debe ser inferior a la corriente de falla asimétrica máxima en la cual dicho interruptor puede ser cerrado.

(4) El valor nominal momentáneo de un interruptor automático no debe ser inferior a la corriente de falla asimétrica máxima en el punto de instalación.

(5) La tensión nominal máxima de un interruptor automático no debe ser inferior a la tensión máxima del circuito.

(B) Fusibles y portafusibles de potencia.

(1) Uso. Cuando se usan fusibles para proteger los conductores y el equipo, se debe instalar un fusible en cada conductor no puesto a tierra. Se permitirá usar dos fusibles de potencia en paralelo para proteger la misma carga, si ambos fusibles tienen idénticos valores nominales y están instalados en un montaje común identificado que posee conexiones eléctricas para dividir la corriente equitativamente. Los fusibles de potencia de tipo ventilado no se deben usar en interiores, en subterráneos ni en envolventes metálicos a menos que estén identificados para este uso.

(2) Valor nominal de interrupción. El valor nominal de interrupción de los fusibles de potencia no debe ser inferior a la corriente máxima de falla que se requiere que el fusible interrumpa, incluidas las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

(3) Valor nominal de tensión. El valor nominal de tensión máxima no debe ser inferior a la tensión máxima del circuito. Los fusibles que tienen una tensión de operación mínima recomendada no se deben utilizar por debajo de este valor.

(4) Identificación de montaje de fusibles y de unidades de fusibles. Los montajes y las unidades de fusibles deben tener placas de características legibles y permanentes que indiquen el tipo o designación dado por el fabricante, el valor nominal de corriente permanente, el valor nominal de interrupción de corriente y el valor nominal de tensión máxima.

(5) Fusibles. Los fusibles que expulsan llama al abrir el circuito deben estar diseñados o dispuestos de manera que funcionen apropiadamente sin peligro para las personas y la propiedad.

(6) Portafusibles. Los portafusibles deben estar diseñados o instalados de manera que estén desenergizados mientras se reemplaza un fusible.

> *Excepción: Se permitirá el uso de fusibles y portafusibles diseñados para permitir el reemplazo de los fusibles por personas calificadas que utilicen equipo diseñado para ese propósito sin desenergizar el portafusible.*

(7) Fusibles de alta tensión. Los tableros y las subestaciones con envolvente metálico que utilizan fusibles de alta tensión deben estar equipados con un seccionador accionado en tándem. La separación de los fusibles del circuito se brindará ya sea conectando un interruptor entre la fuente y los fusibles o mediante una construcción de tipo interruptor deslizable y fusible. El interruptor debe ser de tipo interruptor bajo carga a menos que esté enclavado mecánica o eléctricamente con un dispositivo interruptor bajo carga dispuesto para reducir la carga a la capacidad de interrupción del interruptor.

> *Excepción: Se permitirá más de un interruptor como el medio de desconexión de un juego de fusibles, cuando dichos interruptores están instalados para brindar conexión con más de un juego de conductores de alimentación. Los interruptores deben estar enclavados mecánica o eléctricamente para permitir el acceso a los fusibles solamente cuando todos los interruptores están abiertos. En los fusibles se debe colocar un aviso ostensible que indique la presencia de más de una fuente.*

(C) Cortacircuitos *(Cutouts)* de distribución y eslabones fusibles *(fuse link)* de tipo expulsión.

(1) Instalación. Los cortacircuitos *(cutouts)* deben estar localizados de manera que se puedan operar y además cambiar los fusibles fácilmente y con seguridad, y de modo que los gases de escape de los fusibles no pongan en peligro a las personas. Los cortacircuitos *(cutouts)* de distribución no se deben usar en interiores, en subterráneos o en envolventes metálicos.

(2) Operación. Cuando los cortacircuitos *(cutouts)* con fusibles no son adecuados para interrumpir el circuito manualmente mientras conducen toda la carga, se debe instalar un medio aprobado para interrumpir la carga total. A menos que los cortacircuitos *(cutouts)* con fusible estén enclavados con el interruptor para impedir la apertura de los cortacircuitos *(cutouts)* bajo carga, se debe colocar un aviso ostensible en estos cortacircuitos *(cutouts)* que indique no se deben operar bajo carga.

(3) Valor nominal de interrupción. El valor nominal de interrupción de los cortacircuitos *(cutouts)* de distribución no debe ser inferior a la corriente máxima de falla que se requiere que interrumpa el cortacircuito *(cutouts)*, incluidas las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

(4) Valor nominal de tensión. El valor de tensión nominal máxima de los cortacircuitos *(cutouts)* no debe ser inferior a la tensión máxima del circuito.

(5) Identificación. Los cortacircuitos *(cutouts)* de distribución deben tener en el cuerpo, puerta o tubo portafusible, una placa de características legible y permanente o una identificación que incluya el tipo o designación dado por el fabricante, el valor nominal de corriente permanente, el valor nominal de tensión máxima y el valor nominal de interrupción.

(6) Eslabones fusibles *(fuse link)*. Los eslabones fusibles *(fuse link)* deben tener una identificación legible y permanente que indique el valor nominal de corriente permanente y el tipo de fusible.

(7) Estructura montada en exteriores. La altura de los cortacircuitos montados en estructuras en exteriores debe proporcionar la distancia de seguridad entre las partes energizadas más bajas (en posición abierta o cerrada) y las superficies sobre las cuales pueda estar de pie una persona, de acuerdo con la sección 110.34 (E).

(D) Cortacircuitos *(cutouts)* en aceite.

(1) Valor nominal de corriente permanente. El valor nominal de corriente permanente de los cortacircuitos *(cutouts)* en aceite no debe ser inferior a la corriente permanente máxima a través del cortacircuito *(cutout)*.

(2) Valor nominal de interrupción. El valor nominal de interrupción de los cortacircuitos *(cutouts)* en aceite no debe ser inferior a la corriente máxima de falla que se requiere que el cortacircuito *(cutout)* en aceite interrumpa, incluidas las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

(3) Valor nominal de tensión. El valor nominal de tensión máxima de los cortacircuitos *(cutouts)* en aceite no debe ser inferior a la tensión máxima del circuito.

(4) Valor nominal de cierre de fallas. Los cortacircuitos *(cutouts)* en aceite deben tener un valor nominal de cierre de fallas no inferior a la corriente de falla asimétrica máxima que puede ocurrir en el sitio del cortacircuitos, a menos que la existencia de enclavamientos o procedimientos de operación adecuados impidan la posibilidad de cierre en una falla.

(5) Identificación. Los cortacircuitos *(cutouts)* en aceite deben tener una placa de características legible y permanente que incluya la corriente nominal permanente, la tensión nominal máxima y la corriente nominal de interrupción.

(6) Eslabones fusibles *(fuse link)*. Los eslabones fusibles *(fuse link)* deben tener una identificación permanente y legible que indique la corriente nominal permanente.

(7) Ubicación. Los cortacircuitos se deben ubicar de manera que sean accesibles de manera fácil y segura para la reposición de los fusibles. La parte superior del cortacircuito *(cutout)* no debe estar a más de 1.5 m (5 pies) sobre el suelo o plataforma.

(8) Gabinete. Se deben colocar barreras o envolventes *(enclosures)* adecuados para evitar el contacto con partes energizadas o cables no blindados de cortacircuitos en aceite.

(E) Interruptores bajo carga. Se permitirán interruptores bajo carga cuando se usen fusibles o interruptores automáticos junto con estos dispositivos para interrumpir las corrientes de falla. Cuando

estos dispositivos se usen en combinación, deben estar coordinados eléctricamente, de manera que soporten con seguridad los efectos del cierre, conducción o interrupción de todas las corrientes posibles hasta el valor nominal máximo de cortocircuito asignado.

Cuando se instale más de un interruptor con terminales de carga interconectados para proporcionar la conexión alterna a diferentes conductores de alimentación, cada interruptor debe llevar un aviso ostensible que identifique este peligro.

(1) Valor nominal de corriente permanente. El valor nominal de corriente permanente de los interruptores debe ser igual o exceder la corriente permanente máxima en el punto de instalación.

(2) Valor nominal de tensión. El valor nominal de tensión máxima de los interruptores debe ser igual o exceder la tensión máxima del circuito.

3) Identificación. Los interruptores desconectivos deben tener una placa de características permanente y legible que incluya la siguiente información: tipo o designación dada por el fabricante, valor nominal de corriente permanente, valor nominal de interrupción de corriente, valor nominal de cierre de falla, valor nominal de tensión máxima.

(4) Interrupción de los conductores. El mecanismo de interrupción debe estar dispuesto para ser operado desde un lugar en donde el operador no esté expuesto a las partes energizadas, y se debe disponer de manera que abra simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra del circuito, con una operación. Los interruptores deben estar preparados para ser bloqueados en la posición abierta. Los interruptores con gabinete metálico deben ser operables desde el exterior del envolvente.

(5) Energía almacenada para la apertura. Se permitirá que el operador de energía almacenada quede en la posición sin carga después de que el interruptor ha sido cerrado, si un solo movimiento de la manija de operación carga el operador y abre el interruptor.

(6) Terminales de alimentación. Los terminales de alimentación de los interruptores desconectivos con fusibles se deben instalar en la parte superior del gabinete del interruptor o, si los terminales están ubicados en cualquier otra parte, el equipo debe tener instaladas barreras para impedir que las personas entren en contacto accidentalmente con partes energizadas o que las herramientas o fusibles caigan sobre las partes energizadas.

490.22 Medios de seccionamiento. Se deben suministrar los medios de separar completamente un elemento de equipo. No se exigirá el uso de seccionadores cuando hay otras formas de desenergizar el equipo para su inspección y reparación, tales como unidades extraíbles en tableros en envolvente metálico y unidades de carritos de paneles removibles.

Los interruptores de seccionamiento no enclavados con un dispositivo aprobado de interrupción del circuito, deben tener un anuncio que advierta contra la apertura de éstos bajo carga.

Se permitirá como interruptor de seccionamiento un portafusibles y un fusible diseñados para este propósito.

490.23 Reguladores de tensión. La secuencia de desconexión apropiada para los reguladores se debe asegurar mediante el uso de uno de los siguientes:

(1) Interruptor(es) de derivación para regulador con secuencia mecánica.

(2) Enclavamientos mecánicos.

(3) Un procedimiento de desconexión presentado en forma notoria en el lugar de la desconexión.

490.24 Espacio de separación mínima. En instalaciones fabricadas en campo, la separación mínima de aire entre conductores desnudos vivos y entre estos conductores y las superficies adyacentes puestas a tierra, no debe ser inferior a los valores presentados en la Tabla 490.24. Estos valores no se deben aplicar a porciones interiores o a terminales exteriores de equipo diseñado, fabricado y probado de acuerdo con normas nacionales aceptadas.

Tabla 490.24. Distancia mínima de seguridad de las partes vivas

Valor nominal de tensión (kV)	Nivel Básico de Impulso, B.I.L (kV)		Distancia mínima de seguridad de las partes vivas							
			Fase a fase				Fase a tierra			
			Interiores	Exteriores	Interiores	Exteriores	Interiores	Exteriores	Interiores	Exteriores
	Interiores	Exteriores	mm	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada
2.4 - 4.16	60	95	115	4.5	180	7	80	3	155	6
7.2	75	95	140	5.5	180	7	105	4	155	6
13.8	95	110	195	7.5	305	12	130	5	180	7
14.4	110	110	230	9	305	12	170	6.5	180	7
23	125	150	270	10.5	385	15	190	7.5	255	10
34.5	150	150	320	12.5	385	15	245	9.5	255	10
	200	200	460	18	460	18	335	13	335	13
46	--	200	--	--	460	18	--	--	335	13
	--	250	--	--	535	21	--	--	435	17
69	--	250	--	--	535	21	--	--	435	17
	--	350	--	--	790	21	--	--	635	25
115	--	550	--	--	1350	53	--	--	1070	42
138	--	550	--	--	1350	53	--	--	1070	42
	--	650	--	--	1605	63	--	--	1270	50
161	--	650	--	--	1605	63	--	--	1270	50
	--	750	--	--	1830	72	--	--	1475	58
230	--	750	--	--	1830	72	--	--	1475	58
	--	900	--	--	2265	89	--	--	1805	71
	--	1050	--	--	2670	105	--	--	2110	83

Nota: Los valores dados corresponden a las distancias mínimas de seguridad para partes rígidas y conductores desnudos en condiciones de servicio favorables. Estas distancias se deben aumentar para condiciones de movimiento de los conductores o bajo condiciones de servicio desfavorables, o cuando las limitaciones de espacio lo permitan. La selección de la tensión de impulso no disruptivo asociado para una tensión del sistema particular, se determina por las características del equipo de protección contra sobretensiones.

III. Equipo - Tablero de potencia con gabinete metálico y ensambles de control industrial

490.30 Generalidades. Esta parte comprende ensambles de equipos de tableros de potencia con gabinete metálico y de control industrial que incluyen, pero no limitados a, interruptores, dispositivos de interrupción y su control, equipos de medición, equipos de protección y regulación, cuando son parte integral del ensamble, con interconexiones asociadas y estructuras de soporte. Esta parte también incluye ensambles de equipos de tableros de potencia con gabinete metálico que forman parte de subestaciones unitarias, centros de potencia o equipo similar.

490.31 Disposición de los dispositivos en los ensambles. La disposición de los dispositivos en los ensambles debe ser tal, que los componentes individuales puedan llevar a cabo con seguridad su función prevista sin afectar desfavorablemente la operación segura de los otros componentes en el ensamble.

490.32 Resguardo de partes energizadas a alta tensión dentro de un gabinete. Cuando se requiere acceso para un propósito diferente al de inspección visual, a un compartimiento que contiene partes energizadas a alta tensión, se deben suministrar barreras para evitar el contacto accidental por parte de personas, herramientas u otros equipos con las partes energizadas. Las partes vivas expuestas sólo se deben permitir en compartimientos accesibles a personas calificadas. Los fusibles y portafusibles diseñados para permitir su reemplazo futuro sin desenergizar el portafusible, solamente se permitirán para uso por personas calificadas.

490.33 Resguardo de partes energizadas a baja tensión dentro de un compartimiento. Las partes desnudas energizadas montadas en puertas se deben resguardar cuando la puerta se deba abrir para mantenimiento del equipo o para la remoción del equipo extraíble.

490.34 Espacio libre para conductores de cable que entran en envolventes *(enclosures)*. El espacio no obstruido opuesto a los terminales u opuestos a las canalizaciones o cables que entran en un equipo de desconexión o ensamble de control deben ser adecuados para el tipo de conductor y el método de terminación.

490.35 Accesibilidad a las partes energizadas.

(A) Equipo de alta tensión. Las puertas que brinden acceso a personal no calificado a partes energizadas a alta tensión deben estar cerradas con llave.

(B) Equipo de control de baja tensión. El equipo de control de baja tensión, los relés, los motores y similares no se deben instalar en compartimientos con partes expuestas energizadas a alta tensión, o alambrado a alta tensión, a menos que se cumpla una de las siguientes condiciones:

(1) El medio de acceso esté enclavado con el interruptor de alta tensión o el medio de desconexión para evitar la apertura o remoción del medio de acceso.

(2) El interruptor de alta tensión o el medio de desconexión estén en una posición de seccionamiento.

(C) Instrumentos de alta tensión o transformadores de control y calentadores de ambiente. Se permitirá instalar instrumentos de alta tensión o transformadores de control y calentadores de ambiente en el compartimiento de alta tensión sin restricciones de acceso fuera de las que se aplican generalmente a compartimientos de alta tensión.

490.36 Puesta a tierra. Los bastidores de los equipos de tablero de distribución y ensambles de control se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos o, cuando así se permita, al conductor puesto a tierra.

490.37 Puesta a tierra de dispositivos. Las carcasas metálicas, los bastidores metálicos o ambos, así como instrumentos, relés, medidores y transformadores para instrumentos y de control, localizados en el equipo de desconexión o control, o sobre ellos, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos o, cuando así se permita, al conductor puesto a tierra.

490.38 Bloqueo para puerta y placas de cubierta. Las puertas o cubiertas externas abisagradas deben tener bloqueos para mantenerlas abiertas. Las placas de cubierta proyectadas para ser retiradas para la inspección de las partes energizadas o el alambrado deben tener manijas elevadoras y no deben tener más de 1.1 m^2 (12 $pies^2$ de área, 27 kg (60 libras) de peso, a menos que estén abisagradas y atornilladas o con cerradura.

490.39 Descarga de gas de los dispositivos de interrupción. El gas descargado durante la operación de los dispositivos de interrupción se debe dirigir de manera que no ponga en peligro al personal.

490.40 Ventanas de inspección. Las ventanas previstas para la inspección de interruptores desconectivos u otros dispositivos deben ser de un material transparente adecuado.

490.41 Ubicación de los dispositivos.

(A) Pulsadores o manijas de los interruptores de transferencia para instrumentos y control. Las manijas de los interruptores de transferencia para instrumentos y control, o los botones pulsadores diferentes de los mencionados en la sección 490.41 (B) deben estar en un lugar de fácil acceso, a una altura no superior a 2.0 m (78 pulgadas).

Excepción: Las manijas de operación que requieren una fuerza superior a 23 kg (50 libras) se deben ubicar a una altura máxima de1.7 m (66 pulgadas) en posición abierta o cerrada.

(B) Dispositivos operados con poca frecuencia. Se permitirá ubicar las manijas de operación para dispositivos operados con poca frecuencia, como fusibles extraíbles, transformadores de control o de potencial con fusible, y sus desconectivos primarios, y los interruptores de transferencia de barras conductoras, en donde se puedan operar en forma segura y se pueda realizar el servicio técnico desde una plataforma portátil.

490.42 Enclavamientos - Interruptores desconectivos. Los interruptores desconectivos equipados con mecanismos de almacenamiento de energía deben tener enclavamientos mecánicos para impedir el

acceso al compartimiento del interruptor, a menos que el mecanismo de almacenamiento de energía esté en la posición sin carga o de bloqueo.

490.43 Energía almacenada para la apertura. Se permitirá que el operador de energía almacenada quede en posición sin carga después de que el interruptor ha sido cerrado, si con un solo movimiento de la manija de operación se carga el operador y se abre el interruptor.

490.44 Interruptores desconectivos con fusible.

(A) Terminales de alimentación. Los terminales de alimentación de los interruptores desconectivos con fusible se deben instalar en la parte superior del envolvente del interruptor o, si los terminales están ubicados en otra parte, el equipo debe tener instaladas barreras para impedir que las personas entren en contacto accidentalmente con partes energizadas o que herramientas o fusibles caigan en las partes energizadas.

(B) Retroalimentación. Cuando los fusibles puedan ser energizados por retroalimentación, se debe colocar un anuncio en la puerta del envolvente que identifique este peligro.

(C) Mecanismo de interrupción. El mecanismo de interrupción se debe disponer para ser operado desde un lugar externo al envolvente, en donde el operador no esté expuesto a las partes energizadas, y se debe disponer de manera que con una operación abra simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra del circuito. Los interruptores se deben poder bloquear en la posición abierta. El medio para el bloqueo debe permanecer en su lugar con o sin el candado instalado.

490.45 Enclavamientos - Interruptores automáticos.

(A) Interruptores automáticos. Los interruptores automáticos equipados con mecanismos de almacenamiento de energía deben estar diseñados para impedir la liberación de la energía almacenada, a menos que el mecanismo haya sido cargado completamente.

(B) Enclavamientos mecánicos. Se deben proporcionar enclavamientos mecánicos en la carcasa para evitar que el interruptor automático sea retirado completamente de la carcasa cuando el mecanismo de almacenamiento de energía está en la posición completamente cargada, a menos que se suministre un dispositivo adecuado para bloquear la función de cierre del interruptor automático antes de que sea retirado completamente.

490.46. Bloqueo del interruptor automático. Los interruptores automáticos deben poder bloquearse en la posición abierta o, si se instalan en mecanismos de extracción, el mecanismo debe poder bloquearse en la posición en que no se pueda mover a la posición conectada. En cualquiera de los casos, el medio para el bloqueo debe permanecer en su lugar con o sin el candado instalado.

490.47 Equipo de acometida con envolvente metálico y tableros con blindaje metálico. Los equipos de tableros con envolvente metálico y tableros con blindaje metálico instalados en equipos de acometida de alta tensión deben incluir una barra conductora de puesta a tierra para la conexión de los blindajes del cable de acometida y para facilitar la conexión de puestas a tierra de seguridad para la protección del personal. Esta barra conductora se debe extender hacia el interior del compartimiento donde terminan los conductores de acometida.

IV. Equipo móvil y portátil

490.51 Generalidades

(A) Cobertura. Las disposiciones de esta parte se deben aplicar a instalaciones y uso de distribución de potencia de alta tensión y al equipo de utilización portátil o móvil, o ambos, tales como subestaciones y carcasas de interruptores montadas en patines, remolques o automóviles, palas móviles, cables de arrastre, grúas, montacargas, taladros, dragas, compresores, bombas, transportadores, excavadoras subterráneas y similares.

(B) Otros requisitos. Los requisitos de esta parte deben ser adicionales o modificar los establecidos en los Artículos 100 a 725 de este Código. Se debe prestar atención especial al Artículo 250.

(C) Protección. Se deben suministrar envolventes o protección adecuada, o ambos, para proteger los equipos portátiles y móviles contra el daño físico.

(D) Medios de desconexión. Se deben instalar medios de desconexión para equipo de alta tensión móvil y portátil, de acuerdo con los requisitos de la Parte VIII del Artículo 230 y deben desconectar todos los conductores no puestos a tierra.

490.52 Protección contra sobrecorriente. Los motores que accionan un solo o múltiples generadores de c.c. que alimentan un sistema de operación sobre una base de carga cíclica no requieren protección contra sobrecarga, siempre y cuando el valor nominal térmico del motor de accionamiento de c.a. no se pueda exceder bajo ninguna condición de operación. El(los) dispositivo(s) de protección del circuito ramal deben proporcionar la protección contra cortocircuito y rotor bloqueado, y se permitirá que sea externo al equipo.

490.53 Envolventes. Todas las partes de interrupción y de control energizadas se deben encerrar en gabinetes o envolventes metálicos puestos a tierra. Estos gabinetes o envolventes deben estar marcados: "PELIGRO - ALTA TENSIÓN - MANTÉNGASE ALEJADO" y deben estar cerrados con cerradura, de manera que sólo personas autorizadas y calificadas puedan entrar. Los medios de operación de los interruptores automáticos y del equipo de protección se deben proyectar a través del gabinete o el envolvente metálicos, de manera que estas unidades se puedan reposicionar sin necesidad de abrir las puertas cerradas con cerradura. Se debe proporcionar un acceso razonablemente seguro para la operación normal de estas unidades con las puertas cerradas.

490.54 Anillos colectores. Los ensambles de anillos colectores en máquinas de tipo rotatorio (palas, dragas, etc.) se deben resguardar para impedir el contacto accidental con partes energizadas por parte del personal sobre la máquina o retirados de ella.

490.55 Conexiones de cables de potencia a máquinas móviles. Se debe proporcionar un envolvente metálico en la máquina móvil, para encerrar los terminales del cable de potencia. El envolvente debe incluir terminales de conexión en el bastidor de la máquina para el conductor de puesta a tierra de equipos. Los conductores no puestos a tierra se deben fijar a aisladores o deben terminar en conectores aprobados de cable de alta tensión (que incluyen conectores del conductor de puesta a tierra de equipos) del valor adecuado de tensión y corriente nominales. El método usado de terminación del cable debe impedir cualquier tirantez o tracción en el cable, proveniente de los esfuerzos de las conexiones eléctricas. El gabinete se debe poder cerrar con cerradura, de manera

que sólo pueda abrirlo personal autorizado y calificado, y deberá estar marcado así:

PELIGRO -- ALTA TENSIÓN -- MANTÉNGASE ALEJADO

490.56 Cable portátil de alta tensión para el suministro principal de energía. El cable flexible de alta tensión, que suministra energía a equipo portátil o móvil, debe cumplir con el Artículo 250 y con el Artículo 400, Parte III.

V. Calderas de tipo electrodo.

490.70 Generalidades. Las disposiciones de esta parte se deben aplicar a calderas que operan a más de 600 voltios nominales, en las cuales el calor es generado por el paso de corriente entre electrodos, a través del líquido que está siendo calentado.

490.71 Sistema de alimentación eléctrica. Las calderas de tipo electrodo se deben alimentar solamente desde un sistema trifásico y tetrafilar en estrella, puesto a tierra sólidamente, o de transformadores de aislamiento dispuestos para proporcionar dicho sistema. Las tensiones del circuito de control no deben exceder los 150 voltios, deben ser alimentadas por un sistema puesto a tierra y deben tener los controles en el conductor no puesto a tierra.

490.72 Requisitos de los circuitos ramales

(A) Valor nominal. Cada caldera debe ser alimentada por un circuito ramal individual con un valor nominal no inferior al 100% de la carga total.

(B) Dispositivo de interrupción de fallas con disparo común. El circuito se debe proteger mediante un dispositivo trifásico de disparo común de interrupción de fallas, se permitirá que dicho dispositivo recierre automáticamente el circuito al retirar la condición de sobrecarga, pero no debe recierre el circuito después de una condición de falla.

(C) Protección contra fallas en la fase. En cada fase se debe suministrar protección contra fallas en la fase, que consiste en un relé separado de protección contra sobrecorriente en la fase conectado a un transformador de corriente separado en la fase.

(D) Detección de corriente de tierra. Se debe suministrar un medio para la detección de la suma de las corrientes del conductor del neutro y del conductor de puesta a tierra de equipos, el cual debe disparar el dispositivo de interrupción del circuito, si la suma de esas corrientes excede el mayor valor entre 5 amperios o 7 ½ por ciento de la corriente de plena carga de la caldera, durante 10 segundos, o excede un valor instantáneo del 25 por ciento de la corriente de plena carga de la caldera.

(E) Conductor del neutro puesto a tierra. El conductor del neutro puesto a tierra:

(1) Debe estar conectado al recipiente de presión que contiene los electrodos.

(2) Debe estar aislado para 600 voltios mínimo.

(3) Tener como mínimo la ampacidad del mayor conductor no puesto a tierra del circuito ramal.

(4) Debe estar instalado con los conductores no puestos a tierra en la misma canalización, cable o bandeja portacables o, cuando está instalado como conductor abierto, debe estar en proximidad estrecha con los conductores no puestos a tierra.

(5) No se debe usar para ningún otro circuito.

490.73 Control del límite de presión y de temperatura. Cada caldera debe estar equipada con un medio para limitar la temperatura o la presión máximas, o ambas, interrumpiendo directa o indirectamente el flujo de corriente a través de los electrodos. Estos medios deben ser adicionales a los sistemas de regulación de presión o de temperatura, o ambos, y a las válvulas de seguridad o de alivio de presión.

490.74 Puesta a tierra. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de la caldera y las estructuras o equipos metálicos asociados y expuestos, se deben unir al recipiente de presión o al conductor del neutro al cual dicho recipiente está conectado de acuerdo con la sección 250.102, excepto que la ampacidad del puente de unión no debe ser inferior a la ampacidad del conductor del neutro.

ARTÍCULO 500
Lugares (clasificados) peligrosos, Clases I, II y III, Divisiones 1 y 2

NOTA: Las reglas que están seguidas de una referencia entre corchetes contienen texto que ha sido tomado de los documentos NFPA 497-2004, Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas y NFPA 499-2004, Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas. Sólo se hicieron cambios editoriales en el texto tomado con el fin de que fuera consistente con este Código.

500.1 Alcance - Artículos 500 a 504. Los Artículos 500 a 504 tratan sobre los requisitos del alambrado y los equipos eléctricos y electrónicos para todas las tensiones, instalados en lugares Clase I, Divisiones 1 y 2; Clase II, Divisiones 1 y 2 y Clase III, Divisiones 1 y 2, en donde puede existir riesgo de incendio o explosión debido a la presencia de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables, vapores producidos por líquidos combustibles, polvo combustible o fibras o partículas combustibles.

NOTA No. 1: Los peligros únicos asociados con explosivos, productos pirotécnicos y agentes de voladura no se tratan en este artículo.

NOTA No. 2: Véase el Artículo 505 con respecto a los requisitos de los equipos eléctricos y electrónicos y del alambrado, para todas las tensiones en lugares (clasificados como) peligrosos de Clase I, Zona 0, Zona 1 y Zona 2 en donde pueden existir riesgos de incendio o explosión debidos a gases, vapores o líquidos inflamables.

NOTA No. 3: Véase el Artículo 506 con respecto a los requisitos de los equipos eléctricos y electrónicos y del alambrado, para todas las tensiones en lugares (clasificados como) peligrosos de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 en donde pueden existir riesgos de incendio o explosión debidos a polvos combustibles o fibras o partículas inflamables.

500.2 Definiciones. Para los fines de los Artículos 500 a 504 y de los Artículos 510 a 516, se aplican las siguientes definiciones:

A prueba de ignición de polvo*.* Equipo encerrado de manera que excluye polvos, y no permite arcos, chispas o el calor generado o liberado dentro del envolvente, produzcan la ignición de las acumulaciones exteriores o las suspensiones atmosféricas de un polvo especificado sobre o en la cercanía del envolvente.

NOTA: Para mayor información sobre los envolventes a prueba de ignición de polvo, véase el envolvente de Tipo 9 en el documento ANSI/NEMA 250-1991, Enclosures for Electrical Equipment y ANSI/UL 1203-1994, Explosionproof and Dust Ignitionproof Electrical Equipment for Hazardous (Classified) Locations.

Alambrado en campo no incendiario. Alambrado que entra o sale del envolvente de un equipo y,

bajo condiciones normales de funcionamiento del equipo, no tiene la capacidad de producir la ignición de la mezcla inflamable de gas y aire, vapor y aire o polvo y aire debido a la presencia de arcos o efectos térmicos. El funcionamiento normal incluye la apertura, cortocircuito o puesta tierra del alambrado en campo.

Aparato a prueba de explosión. Aparato encerrado en una carcasa que puede soportar la explosión que puede ocurrir en su interior de un gas o vapor específicos, y que puede evitar la ignición de un gas o vapor especificado alrededor del envolvente debido a chispas, destellos o explosiones del gas o vapor en su interior, y que funciona a una temperatura exterior tal que una atmósfera inflamable circundante no se encenderá debido a dicha temperatura.

> **NOTA**: Para mayor información, véase el documento ANSI/UL 1203-1994, ExplosionProof and Dust-Ignition-Proof Electrical Equipment for Use in Hazardous (Classified) Locations.

Aparatos con alambrado en campo no incendiario asociado. Aparato en el cual los circuitos no necesariamente son no incendiarios en sí mismos, pero que afectan la energía en los circuitos de alambrado en campo no incendiarios y en los que se confía para mantener los niveles de energía no incendiaria. Los aparatos con alambrado en campo no incendiario asociado pueden ser cualquiera de los siguientes:

(1) Aparatos eléctricos que tienen un tipo alternativo de protección para ser usado apropiadamente en el lugar (clasificado como) peligroso.

(2) Aparatos eléctricos sin dicha protección que no se deben utilizar en un lugar (clasificado como) peligroso.

> **NOTA**: Los aparatos con alambrado en campo no incendiario asociado tienen conexiones para aparatos con alambrado de campo no incendiario asociado designadas para aparatos con alambrado de campo no incendiario y también pueden tener conexiones para otros aparatos eléctricos.

Aparato con alambrado en campo no incendiario. Aparato proyectado para ser conectado al alambrado en campo no incendiario.

> **NOTA**: Para mayor información, véase el documento ANSI/ISA-12.12.01-2000, Nonincendive Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2, and Class III, Division 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations.

Circuito no incendiario. Circuito, que no sea el de alambrado en campo, en el cual cualquier arco o efecto térmico producido bajo las condiciones de funcionamiento previstas del equipo, no tiene la capacidad, bajo condiciones de prueba especificadas, de producir la ignición de la mezclas inflamables de gas y aire, vapor y aire o polvo y aire.

> **NOTA**: Las condiciones se describen en el documento ANSI/ISA-12.12.01-2000, Nonincendive Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2, and Class III, Divisions 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations.

Componente no incendiario. Componente que tiene contactos para establecer o interrumpir un

circuito incendiario, y el mecanismo de contacto está elaborado de manera que el componente no tenga la capacidad de producir la ignición de la mezcla inflamable especificada de gas y aire o vapor y aire. La carcasa de un componente no incendiario no está proyectada para evitar el ingreso de la atmósfera inflamable ni para contener una explosión.

> **NOTA**: Para mayor información, véase el documento ANSI/ ISA-12.12.01-2000, Nonincendive Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2, and Class III, Division 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations.

Equipo eléctrico y electrónico*.* Materiales, accesorios, dispositivos, electrodomésticos y similares que forman parte de una instalación eléctrica o se conectan a ella.

> **NOTA**: El equipo portátil o transportable que tiene su fuente de alimentación interna, como por ejemplo el equipo operado por batería, potencialmente podría convertirse en fuente de ignición en lugares (clasificados como) peligrosos. Véase el documento ISA-RP12.12.03-2002, Portable Electronic Products Suitable for Use in Class I and II, División 2, Class I Zone 2 and Class III, Division 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations.

Equipo no incendiario*.* Equipo que tiene circuitería eléctrica/electrónica y que no tiene la capacidad, bajo condiciones de funcionamiento normal, de producir la ignición de una mezcla inflamable especificada de gas y aire, vapor y aire o polvo y aire, debido a la presencia de arco o de medios térmicos.

> **NOTA**: Para mayor información, véase el documento ANSI/ISA-12.12.01-2000, Nonincendive Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2, and Class III, Division 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations.

Hermético al polvo*.* Gabinetes construidos de forma que el polvo no ingrese bajo condiciones de prueba especificadas.

> **NOTA**: Véase el documento ANSI/ISA-12.12.01-2000, Nonincendive Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2 and Class III, Divisions 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations.

Inmersión en aceite*.* Equipo eléctrico sumergido en un líquido protector de forma que una atmósfera explosiva que pueda estar por encima de líquido o por fuera del envolvente no puede ser encendida.

> **NOTA**: Para mayor información véase el documento ANSI/ UL 698-1995, Industrial Control Equipment for Use in Hazardous (Classified) Locations.

Lugares no clasificados. Lugares que se ha determinado que no son Clase I, División 1; Clase I, División 2; Clase I, Zona 0; Clase I, Zona 1; Clase I, Zonas 2; Clase II, División 1; Clase II, División 2; Clase III, División 1; Clase III, División 2; Zona 20, Zona 21, Zona 22, o cualquier combinación de ellas.

Plano de control*.* Plano u otro documento suministrado por el fabricante del aparato intrínsecamente seguro o asociado, del aparato con alambrado de campo no incendiario o del aparato con alambrado en campo no incendiario asociado, que detalla las interconexiones permitidas entre el aparato intrínsecamente seguro y el aparato asociado o entre los aparatos con alambrado de campo no

incendiario y los aparatos con alambrado de campo no incendiario asociado.

Purgado y presurizado. Proceso de (1) purga, alimentando un envolvente con un gas protector con flujo suficiente y presión positiva para reducir la concentración de cualquier gas o vapor inflamable inicialmente presente hasta un nivel aceptable y (2) presurización, alimentando un envolvente con un gas protector con o sin flujo continuo a una presión suficiente para evitar la entrada de un gas o vapor inflamable, un polvo combustible o una fibra combustible.

> **NOTA**: Para mayor información, véase el documento ANSI/ NFPA 496-2003, Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment.

Sellado herméticamente. Equipo sellado contra el ingreso de una atmósfera externa cuando el sello está elaborado mediante fusión, por ejemplo, con soldadura blanda, soldadura fuerte y soldadura fusión superficial, o la fusión de vidrio con metal.

> **NOTA**: Para mayor información, véase el documento ANSI/ISA-12.12.01-2000, Nonincendive Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2, and Class III, Division 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations.

Sistema de detección de gas combustible. Técnica de protección que utiliza detectores de gas estacionario en establecimientos industriales.

500.3 Otros artículos. Excepto como se modifican en los Artículos 500 hasta 504, todas las demás reglas aplicables contenidas en este Código se deben aplicar al equipo eléctrico y al alambrado instalados en lugares (clasificados como) peligrosos.

500.4 Generalidades.

(A) Documentación. Todas las áreas designadas como lugares (clasificados como) peligrosos deben estar documentadas adecuadamente. Esta documentación debe estar disponible para quienes están autorizados para diseñar, instalar, inspeccionar, mantener u operar el equipo eléctrico en el lugar.

(B) Normas de referencia. Información importante relacionada con los temas tratados en el Capítulo 5 se puede encontrar en otras publicaciones.

> **NOTA** No. 1: Es importante que la autoridad con jurisdicción esté familiarizada con la experiencia registrada en la industria y también con las normas de la National Fire Protection Association (NFPA), del American Petroleum Institute (API) y de la Instrumentation, Systems, and Automation Society (ISA), que puedan usarse en la clasificación de los distintos lugares, la determinación de la ventilación adecuada y la protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y las descargas atmosféricas.
>
> **NOTA** No. 2: Para información adicional sobre la clasificación de los lugares, véanse las siguientes publicaciones: Flammable and Combustible Liquids Code, NFPA 30-2008; Standard for Drycleaning Plants, NFPA 32-2007; Standard for Spray Application Using Flammable or Combustible Materials, NFPA 33-2007; Standard for Dipping and Coating Processes Using Flammable or Combustible Liquids, NFPA 34-2007; Standard for the Manufacture of Organic Coatings, NFPA 35-2005; Standard

for Solvent Extraction Plants, NFPA 36-2004; Standard on Fire Protection for Laboratories Using Chemicals, NFPA 45-2004; Standard for the Storage, Use, and Handling of Compressed Gases and Cryogenic Fluids in Portable and Stationary Containers, Cylinders, and Tanks, NFPA 55-2005; Liquefied Petroleum Gas Code, NFPA 58-2008; Utility LP-Gas Plant Code, NFPA 59-2004; Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas, NFPA 497-2004; Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas, NFPA 499-2004; Standard for Fire Protection in Wastewater Treatment and Collection Facilities, NFPA 820-2008; Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Division 1 and Division 2, ANSI/API RP 500-1997; Area Classification in Hazardous (Classified) Dust Locations, ISA-12.10-1988.

NOTA No. 3: Para mayor información sobre la protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y las descargas atmosféricas en lugares (clasificados como) peligrosos, véanse las publicaciones Recommended Practice on Static Electricity, NFPA 77-2007; Standard for the Installation of Lightning Protection Systems, NFPA 780-2008 y Protection Against Ignitions Arising Out of Static Lightning and Stray Currents, API RP 2003-1998.

NOTA No. 4: Para mayor información sobre ventilación, véase la publicación Flammable and Combustible Liquids Code, NFPA 30-2008 y Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Division 1 and Division 2, API RP500-1997.

NOTA No. 5: Para mayor información sobre sistemas eléctricos para lugares (clasificados como) peligrosos en plataformas costeras petrolíferas y de gas, véase la publicación Recommended Practice for Design and Installation of Electrical Systems for Fixed and Floating Offshore Petroleum Facilities for Unclassified and Class I, Division 1 y Division 2 Locations, ANSI/API RP 14F-1999.

500.5 Clasificaciones de lugares.

(A) Clasificaciones de lugares. Los lugares se deben clasificar dependiendo de las propiedades del gas inflamable, el vapor producido por líquido inflamable, los vapores producidos por líquidos combustibles, los polvos o fibras/partículas que pueda haber en ellos, y los similares con la posibilidad de que estén presentes concentraciones o cantidades inflamables o combustibles. Cuando los únicos materiales utilizados o manipulados en estos lugares sean pirofóricos, estos lugares no deben ser clasificados. Para determinar su clasificación, cada cuarto, sección o área se debe considerar individualmente.

NOTA: Aplicando el ingenio en el diseño de la disposición de las instalaciones eléctricas para lugares (clasificados como) peligrosos, frecuentemente se pueden ubicar la mayor parte de los equipos en un nivel reducido de la clasificación o en un lugar no clasificado, y así reducir el número de equipos especiales necesarios.

Para cuartos y áreas que contienen sistemas de refrigeración con amoniaco equipados con ventilación mecánica adecuada se pueden clasificar como lugares "no clasificados".

NOTA: Para información adicional con respecto a la clasificación y ventilación de áreas que involucran amoniaco, véase el documento ANSI/ASHRAE 15-1994, Safety Code For Mechanical Refrigeration, y ANSI/CGA G2.1-1989, Safety Requirements for the Storage and Handling of Anhydrous Ammonia.

(B) Lugares Clase I. Los lugares Clase I son aquellos en los que hay o puede haber en el aire gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles, en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares Clase I deben incluir los especificados en las secciones 500.5 (B) (1) y (B) (2).

(1) Clase I, División 1. Un lugar Clase I, División 1, es un lugar:

(1) En el cual, en condiciones normales de funcionamiento, pueden existir concentraciones inflamables de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles.

(2) En el cual, debido a operaciones de reparación o mantenimiento o a fugas, frecuentemente pueden existir concentraciones inflamables de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o líquidos combustibles por encima de sus puntos de inflamación.

(3) En el cual la avería o funcionamiento defectuoso de equipos o procesos pueden liberar concentraciones inflamables de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles y simultáneamente pueden causar una falla en el equipo eléctrico de manera que provoque directamente que el equipo eléctrico se convierta en una fuente de ignición.

NOTA No.1: Esta clasificación incluye usualmente los siguientes lugares:

(1) Lugares en los que se transvasan de un recipiente a otro, líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables.

(2) El interior de cabinas de aplicación por rociado y las áreas en los alrededores de los lugares donde se realizan operaciones de pintura y rociado con uso de disolventes volátiles inflamables.

(3) Lugares que contienen tanques o recipientes abiertos con líquidos volátiles inflamables.

(4) Las cámaras o compartimentos de secado para la evaporación de disolventes inflamables.

(5) Lugares en los que se encuentran equipos de extracción de grasas y aceites, que utilizan disolventes volátiles inflamables.

(6) Secciones de plantas de limpieza y tinturado en las que se utilizan líquidos inflamables.

(7) Cuartos de generadores de gases y otras áreas de plantas de fabricación de gases en las que se puedan producir fugas de gases inflamables.

(8) Cuartos de bombas para gases inflamables o líquidos volátiles inflamables que estén inadecuadamente ventilados.

(9) El interior de refrigeradores y congeladores en los que se guardan materiales volátiles inflamables en recipientes abiertos, ligeramente tapados o que se puedan romper.

(10) Todos los demás lugares donde exista la probabilidad de que se produzcan concentraciones inflamables de vapores o gases inflamables durante su funcionamiento normal.

NOTA No. 2: En algunos lugares de la División 1 se pueden presentar concentraciones de gases o vapores inflamables, continuamente o durante periodos prolongados de tiempo.

Algunos ejemplos incluyen los siguientes:

(1) El interior de envolventes mal ventilados que contienen instrumentos que normalmente descargan gases o vapores inflamables hacia el interior del envolvente.

(2) El interior de tanques ventilados que contienen líquidos volátiles inflamables.

(3) El área entre las partes externa e interna de secciones del techo de tanques con techo flotante que contienen fluidos volátiles inflamables.

(4) Las áreas mal ventiladas dentro de los lugares donde se realizan operaciones de recubrimiento o rociado con fluidos volátiles inflamables.

(5) El interior de un ducto de escape que se utiliza para dar salida a las concentraciones combustibles de gases o vapores.

La experiencia ha demostrado que es prudente evitar la instalación de instrumentación o u otros equipos eléctricos en la totalidad de estas áreas en particular. Sin embargo, cuando no se pueda evitar porque son esenciales para los procesos y no sea factible hacer la instalación en otros lugares [véase la Sección 500.5(A), **NOTA**], se deben utilizar equipos o instrumentos eléctricos aprobados para esa aplicación específica o que sean sistemas intrínsecamente seguros, como se describe en el Artículo 504.

(2) Clase I, División 2. Un lugar Clase I, División 2, es un lugar:

(1) En el cual se manipulan, procesan o utilizan gases volátiles inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles, pero en el que los líquidos, vapores o gases estarán confinados normalmente en contenedores cerrados o sistemas cerrados de los que pueden escapar sólo por rotura accidental o avería de dichos contenedores o sistemas, o si los equipos funcionan mal, o

(2) En el cual las concentraciones inflamables de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles se evitan normalmente mediante la ventilación mecánica positiva y el cual podría convertirse en peligroso por la falla u operación anormal del equipo de ventilación, o

(3) Que está adyacente a un lugar de la Clase I División 1, y al cual ocasionalmente se pueden comunicar concentraciones inflamables de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles, por encima de sus puntos de inflamación, a menos que dicha comunicación se evite mediante un sistema de ventilación de presión positiva desde una fuente de aire limpio y que se proporcionen medidas de seguridad eficaces contra las posibles fallas de la ventilación.

NOTA No. 1: Esta clasificación incluye usualmente los lugares en los que se utilizan líquidos volátiles inflamables o gases o vapores inflamables pero que, a juicio de la autoridad con jurisdicción, sólo resultarían peligrosos en caso de un accidente o de alguna condición de funcionamiento excepcional. Los factores que merecen consideración para establecer la clasificación y la extensión de cada uno de estos lugares son la cantidad de materiales inflamables que podrían escapar en caso de accidente, la suficiencia del equipo de ventilación, el área total involucrada y el historial de incendios o explosiones de esa industria o negocio.

NOTA No. 2: Las tuberías sin válvulas, retenes, medidores y dispositivos similares generalmente no darían lugar a condiciones peligrosas, aunque se utilicen para líquidos o gases inflamables. Dependiendo de factores tales como la cantidad y tamaño de los recipientes y de la ventilación, los lugares usados para el almacenamiento de líquidos inflamables o gases licuados o comprimidos en recipientes sellados, se pueden considerar lugares (clasificados como) peligrosos o no clasificados. Véase la publicación Flammable and Combustible Liquids Code, NFPA 30-2008, y Liquefied Petroleum Gas Code, NFPA 58-2008.

(C) Lugares Clase II. Un lugar de Clase II es el que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles. Los lugares Clase II deben incluir los especificados en las secciones 500.5 (C) (1) y (C) (2).

(1) Clase II, División 1. Un lugar de Clase II, División 1 es un lugar:

(1) En el cual, en condiciones normales de operación hay polvo combustible en el aire, en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o combustibles, o

(2) En el que una falla mecánica o el funcionamiento anormal de la maquinaria o equipos pueden causar que se produzcan dichas mezclas explosivas o inflamables, y en el que además puede haber una fuente de ignición debido a la falla simultánea de los equipos eléctricos, la operación de los dispositivos de protección o por otras causas, o

(3) En el que puede haber polvos combustibles del grupo E, en cantidades suficientes para ser peligrosas.

NOTA: Son particularmente peligrosos los polvos que contienen magnesio o aluminio, por lo que se deben tomar las máximas precauciones para evitar su ignición y explosión.

(2) Clase II, División 2. Un lugar de Clase II, División 2 es un lugar:

(1) En el que puede haber polvo combustible en el aire en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o combustibles, debido a operaciones anormales.

(2) En el que la acumulación de polvo combustible es insuficiente para interferir con la operación normal del equipo eléctrico u otros aparatos, pero puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como resultado de un mal funcionamiento inusual de los equipos de manipulación o de procesamiento.

(3) En el que la acumulación de polvo combustible sobre, dentro o en la cercanía de los equipos eléctricos puede ser suficiente para interferir con la disipación segura del calor de dichos equipos, o puede ser inflamable por la operación anormal o falla de los equipos eléctricos.

NOTA No. 1: Los factores que merecen tenerse en cuenta para establecer la clasificación de un lugar y que pueden dar como resultado un área no clasificada son, la cantidad de polvo combustible que pueda estar presente y la suficiencia de los sistemas de eliminación del polvo.

NOTA No. 2: Cuando algunos productos, como las semillas, son manipulados de modo que producen poca cantidad de polvo, la cantidad de polvo depositado puede no justificar la clasificación del lugar.

(D) Lugares Clase III. Los lugares de Clase III son aquellos que resultan peligrosos por la presencia de fibras fácilmente inflamables o cuando se manipulan, fabrican o utilizan materiales que producen partículas combustibles, pero en el que no es probable que tales fibras/partículas estén en suspensión en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables. Los lugares Clase III deben incluir los especificados en las secciones 500.5 (D) (1) a (D) (2).

(1) Clase III, División 1. Un lugar de Clase III, División 1 es un lugar en el que se manipulan, fabrican o usan fibras/partículas fácilmente inflamables.

NOTA No. 1: Esta clasificación incluye normalmente algunas secciones de fábricas de rayón, algodón y otras fábricas de textiles; plantas de fabricación y procesamiento de fibras/partículas combustibles; desmotadoras y molinos de semillas de algodón; plantas de procesamiento de lino; fábricas de vestidos; plantas de procesamiento de madera y establecimientos e industrias que involucran procesos o circunstancias peligrosas similares.

NOTA No. 2: Las fibras/partículas fácilmente inflamables son, entre otras, las de rayón, algodón (incluidas las pelusas y la borra), sisal o henequén, ixtle, yute, cáñamo, estopa, fibra de cacao, malacuenda, lana de ceiba, barba española, viruta de madera (excelsior) y otros materiales de naturaleza similar.

(2) Clase III, División 2. Un lugar de Clase III, División 2 es un lugar en el que se almacenan o manipulan fibras/partículas fácilmente inflamables, en procesos diferentes de los de manufactura.

500.6 Grupos de materiales. Para propósitos de prueba, aprobación y clasificación de áreas, las diferentes mezclas con aire (no enriquecidas con oxígeno) se deben agrupar de acuerdo con las secciones 500.6 (A) y (B).

Excepción: Los equipos aprobados para un gas, vapor o polvo específicos.

NOTA: Este agrupamiento se basa en las características de los materiales. Existen instalaciones disponibles para la prueba e identificación de los equipos para uso en diferentes grupos atmosféricos.

(A) Clasificación por grupos en la Clase I. Los grupos de Clase I deben estar de acuerdo con las secciones 500.6(A) (1) a (A) (4).

NOTA No. 1: Las notas **NOTA** No. 2 y No. 3 se aplican a la sección 500.6 (A).

NOTA No. 2: Las características explosivas de las mezclas con aire de gases o vapores varían según el material específico involucrado. Para los lugares de la Clase I, grupos A, B, C y D, la clasificación implica la determinación de la presión máxima de la explosión y de la separación máxima de seguridad entre las partes de una unión con abrazadera en un gabinete. Por lo tanto, es necesario que el equipo esté identificado no solamente para la clase sino también para el grupo específico del gas o vapor que estará presente.

NOTA No. 3: Algunas atmósferas químicas pueden tener características que exijan protección adicional a la exigida para cualquiera de los grupos de la Clase I. El bisulfuro de carbono es una de estas sustancias químicas dada su baja

temperatura de ignición (90º C) y la pequeña distancia en la unión permitida para detener su llama.

(1) Grupo A. Acetileno. [497:3.3.5.1.1]

(2) Grupo B. Gas inflamable, vapor producido por un líquido inflamable, o vapor producido por un líquido combustible mezclado con aire que puede arder o explotar, que posee o un valor de separación de seguridad experimental máxima (MESG) menor o igual a 0.45 mm, o una relación de corriente de ignición mínima (relación MIC) menor o igual a 0.40. [497:3.3.5.1.2]

NOTA: Un material típico de la Clase I, Grupo B, es el hidrógeno.

Excepción No.1: Se permitirá usar equipos del Grupo D en atmósferas con butadieno si todos los conduits que entran al equipo a prueba de explosión están equipados con sellos a prueba de explosión instalados a una distancia no mayor de 450 mm (18 pulgadas) del envolvente.

Excepción No.2: Se permitirá usar equipos del Grupo C en atmósferas que contengan éter de alilo glicidilo, éter de nbutilo glicidilo, óxido de etileno, óxido de propileno y acroleína, si todos los conduits que entran al equipo a prueba de explosión están equipados con sellos a prueba de explosión instalados a una distancia no mayor de 450 mm (18 pulgadas) del envolvente.

(3) Grupo C. Gas inflamable, vapor producido por un líquido inflamable, o vapor producido por un líquido combustible mezclado con aire que puede arder o explotar, que posee o un valor de separación de seguridad experimental máxima (MESG) mayor a 0.45 mm y menor o igual a 0.75 mm, o una relación de corriente de ignición mínima (relación MIC), mayor de 0.40 y menor o igual a 0.80. [497:3.3.5.1.3]

NOTA: Un material típico del grupo C, Clase I, es el etileno.

(4) Grupo D. Gas inflamable, vapor producido por un líquido inflamable, o vapor producido por un líquido combustible mezclado con aire que puede arder o explotar, que posee o un valor de separación de seguridad experimental máxima (MESG) mayor a 0.75 mm, o una relación de corriente de ignición mínima (relación MIC), mayor a 0.80. [497:3.3.5.1.4]

NOTA No. 1: Un material típico de la Clase I, grupo D, es el propano.

NOTA No. 2: Para la clasificación de áreas que involucran atmósferas con amoniaco, véanse los documentos ANSI/ASHRAE 15-1994, Safety Code for Mechanical Refrigeration, y ANSI/CGA G2.1-1989, Safety Requirements for the Storage and handling of Anhydrous Ammonia.

(B) Clasificación por grupos en la Clase II. Los grupos de Clase II deben estar de acuerdo con las secciones 500.6 (B) (1) a (B) (3).

(1) Grupo E. Atmósferas que contengan polvos metálicos combustibles, incluyendo el aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales u otros polvos combustibles de partículas cuyo tamaño, abrasividad y conductividad presenten riesgos similares con el uso de equipos eléctricos. [499:3.3.4.1]

NOTA: Algunos polvos metálicos pueden tener características que exijan medidas de seguridad superiores a las exigidas para atmósferas que contengan polvos de aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales. Por ejemplo, los polvos de circonio, torio y uranio tienen temperaturas de ignición extremadamente bajas (tan de bajas como 20° C (68° F)) y energías de ignición mínimas más bajas que las de cualquier otro material de los grupos de Clase I o Clase II.

(2) Grupo F. Atmósferas que contengan polvos carbonáceos combustibles que tengan más del 8 por ciento total de partículas volátiles atrapadas (véase la publicación Standard Test Method for Volatile Matter in the Analysis Sample for Coal and Coke, ASTM D 3175-02, para polvo de carbón y coque), o que han sido sensibilizados por otros materiales, de manera que presentan peligro de explosión. Los polvos de carbón, negro de carbón, carbón vegetal y coque son ejemplos de polvos carbonáceos. [499:3.3.4.2]

(3) Grupo G. Atmósferas que contengan polvos combustibles no incluidos en los Grupos E o F, incluidos: harina, cereales, madera, plástico y productos químicos.

NOTA No. 1: Para mayor información sobre la clasificación por grupos de los materiales de Clase II, véase la publicación Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas, NFPA 499-2004.

NOTA No. 2: Las características de explosión de las mezclas de aire y polvo varían con los materiales involucrados. En los lugares Clase II, grupos E, F y G, la clasificación incluye la hermeticidad de las uniones del ensamble y de las aperturas de los ejes para evitar la entrada de polvo en los envolventes a prueba de ignición de polvo, el efecto de manta de las capas de polvo sobre los equipos que puede causar sobrecalentamiento, y la temperatura de ignición de los polvos. Por tanto, es necesario que los equipos estén identificados no sólo para lugares de una clase determinada, sino también para el grupo específico de polvos que pueda estar presente en dichos lugares.

NOTA No. 3: Algunos tipos de polvos pueden requerir mayores precauciones debido a los fenómenos químicos que pueden dar lugar a la generación de gases inflamables. Véase la publicación National Electrical Safety Code, ANSI C2-2007, Sección 127A que se refiere a áreas de manipulación de carbón.

500.7 Técnicas de protección. Las secciones 500.7 (A) hasta (L) indican las técnicas de protección aceptables para los equipos eléctricos y electrónicos instalados en lugares (clasificados como) peligrosos.

(A) Aparatos a prueba de explosión. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 1 ó 2.

(B) A prueba de ignición de polvo. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase II, División 1 ó 2.

(C) Hermético al polvo. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase II, División 2 y Clase III, División 1 ó 2.

(D) Purgado y presurizado. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en cualquier lugar (clasificado como) peligroso para el cual estén identificados.

(E) Seguridad intrínseca. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 1 ó 2, Clase II, División 1 ó 2, o Clase III, División 1 ó 2. Las disposiciones de los Artículos 501 a 503 y 510 a 516 no se deben considerar aplicables a estas instalaciones, excepto lo exigido en el Artículo 504. La instalación del alambrado y de los aparatos intrínsecamente seguros debe estar de acuerdo con los requisitos del Artículo 504.

(F) Circuito no incendiario. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 2; Clase II, División 2, y Clase III, División 1 ó 2.

(G) Equipo no incendiario. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 2; Clase II, División 2, y Clase III, División 1 ó 2.

(H) Componente no incendiario. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 2; Clase II, División 2, y Clase III, División 1 ó 2.

(I) Inmersión en aceite. Esta técnica de protección se permitirá para los contactos de interrupción de corriente en lugares Clase I, División 2, tal como se describe en la sección 501.115 (B) (1) (2).

(J) Sellado herméticamente. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 2; Clase II, División 2, y Clase III, División 1 ó 2.

(K) Sistema de detección de gas combustible. Se permitirá un sistema de detección de gas como medio de protección en establecimientos industriales con acceso restringido al público y donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que únicamente personas calificadas atenderán la instalación. Donde se instale dicho sistema, se permitirá el equipo especificado en las secciones500.7 (K) (1), (K) (2) o (K) (3).
El tipo de equipo de detección, su listado, lugar(es) de instalación, los criterios de alarma y de parada, así como la frecuencia de calibración deben estar documentados cuando se usan los detectores de gas combustible como técnica de protección.

NOTA No. 1: Para mayor información, véase el documento ANSI/ISA-12.13.01-2003 (IEC 61779-1 a -5 Mod), Performance Requirements, Combustible Gas Detectors, y ANSI/UL 2075, Gas and Vapor Detectors and Sensors.

NOTA No. 2: Para mayor información, véase el documento ANSI/API RP 500, Recommended Practice for Classification

of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, División 1 or División 2.

NOTA No. 3: Para mayor información, véase el documento ANSI/ISA-RP 12.13.02-2003 (IEC 61779-6 Mod), Installation, Operation, and Maintenance of Combustible Gas Detection Instruments.

(1) Ventilación inadecuada. En los lugares de Clase I, División 1 que se clasifican así debido a la ventilación no adecuada, se permitirán los equipos eléctricos adecuados para lugares Clase I, División 2. El equipo de detección de gas combustible debe estar listado para lugares Clase I, División 1, para el grupo adecuado de material y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

(2) Interior de un edificio. En un edificio ubicado en un lugar Clase I, División 2 o con una abertura hacia este lugar, cuando el interior no contiene una fuente de gas o vapor inflamable, se permitirá usar equipos eléctricos para lugares no clasificados. El equipo de detección de gas combustible debe estar listado para lugares Clase I, División 1 o Clase I, División 2, para el grupo adecuado de material y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

(3) Interior de un panel de control. En el interior de un panel de control que contenga instrumentación que utilice o mida líquidos, gases o vapores inflamables se permitirá usar equipos eléctricos adecuados para lugares Clase I, División 2. El equipo de detección de gas combustible debe estar listado para lugares Clase I, División 1, para el grupo adecuado de material y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

(L) Otras técnicas de protección. Otras técnicas de protección utilizadas en equipo identificado para su uso en lugares (clasificados como) peligrosos.

500.8 Equipo. Los Artículos 500 a 504 exigen una construcción e instalación del equipo tal que garanticen el desempeño seguro en condiciones de uso y mantenimiento adecuados.

NOTA No. 1: Es importante que las autoridades a cargo de la inspección y los usuarios ejerzan un cuidado mayor al normal con relación a la instalación y el mantenimiento.

NOTA No. 2: Dado que no hay una relación consistente entre las propiedades explosivas y la temperatura de ignición, ambas son requisitos independientes.

NOTA No. 3: Las condiciones ambientales bajas exigen consideración especial. El uso de los equipos a prueba de explosión y a prueba de ignición de polvo puede no ser conveniente a temperaturas inferiores a -25º C (-13º F), a menos que estén identificados para servicio a baja temperatura. Sin embargo, a temperaturas ambiente bajas, tal vez no existan concentraciones inflamables de vapores en un lugar clasificado como Clase I, División 1 a temperatura ambiente normal.

(A) Adaptabilidad. La adaptabilidad el equipo identificado se debe determinar mediante uno de los

siguientes:

(1) Listado o etiquetado del equipo.

(2) Evidencia de la evaluación del equipo por parte de un laboratorio de prueba calificado o de una agencia de inspección involucrada en la evaluación de producto.

(3) Evidencia aceptable para la autoridad con jurisdicción como por ejemplo la autoevaluación del fabricante o el criterio de ingeniería del propietario.

NOTA: La documentación adicional para el equipo puede incluir certificados que demuestren la conformidad con las normas aplicables al equipo, que indiquen las condiciones especiales de uso y otra información pertinente.

(B) Aprobación de la Clase y de las propiedades.

(1) Los equipos deben estar identificados no sólo para la clase de lugar correspondiente, sino también para las propiedades explosivas, combustibles o de ignición del vapor, gas, polvo, fibra/partícula específica que estará presente. Además, los equipos de Clase I no deben tener ninguna superficie expuesta que opere por encima de la temperatura de ignición del gas o vapor específico. Los equipos de Clase II no deben tener una temperatura externa superior a la especificada en la sección 500.8 (D) (2). Los equipos de Clase III no deben exceder las temperaturas superficiales máximas especificadas en la sección 503.5.

NOTA: Las luminarias y otros aparatos que producen calor, interruptores, los interruptores automáticos y clavijas de conexión y receptáculos son fuentes potenciales de ignición y son investigadas para determinar su adaptabilidad en lugares clasificados. Estos tipos de equipos, así como las terminaciones de los cables para su entrada en los envolventes a prueba de explosión, están disponibles como listados para lugares Clase I, División 2. No obstante, los alambrados fijos pueden utilizar métodos de alambrado que no están evaluados con respecto a los lugares clasificados. Por lo tanto, los productos de alambrado, tales como cables, canalizaciones, cajas y accesorios no están marcados como adecuados para lugares Clase I, División 2. Véase también el Artículo 500.8 (C) (6) (a).

(2) Se permitirá que los equipos identificados para lugares de la División 1 se instalen en lugares de la División 2 de la misma clase, grupo y de la misma clase de temperatura y deben cumplir con lo indicado en los literales (a) o (b), según se aplique.

(a) Se permitirá la instalación de aparatos intrínsecamente seguros que tengan un plano de control que exija la instalación de aparatos asociados para lugares de la División 1 en lugares de la División 2, si se usa el mismo aparato asociado para la instalación en lugares de División 2.

(b) El equipo que se exige que sea a prueba de explosión debe tener sellos de acuerdo con la sección 501.15 (A) o (D) cuando se emplean los métodos de alambrado de la sección 501.10 (B).

(3) Cuando los Artículos 501 a 503 lo permiten específicamente, se permitirá instalar equipos de propósito general o que estén instalados en envolventes de propósito general en lugares de la División 2, si esos equipos no constituyen una fuente de ignición en condiciones normales de operación.

(4) Los equipos que dependen de un solo sello de compresión, diafragma o tubo para prevenir que los fluidos inflamables o combustibles entren al equipo, deben estar identificados para lugares Clase I, División 2, incluso si están instalados en un lugar no clasificado. Los equipos instalados en lugares Clase I, División 1 deben estar identificados para lugares Clase I, División 1.

NOTA: El equipo utilizado para la medición de flujo es un ejemplo de un equipo con un solo sello de compresión, diafragma o tubo.

(5) Si no se especifica otra cosa, se debe asumir que las condiciones de operación normales de los motores son las de funcionamiento estable, continuo y a plena carga nominal.

(6) Cuando haya o pueda haber presentes, al mismo tiempo, gases inflamables, vapores producidos por líquido inflamable, vapores producidos por líquido combustible o polvos combustibles, se debe considerar la presencia simultánea de ambos elementos para establecer la temperatura segura de operación del equipo eléctrico.

NOTA: Las características de las distintas mezclas atmosféricas de gases, vapores y polvos dependen del material específico involucrado.

(C) Marcado. El equipo debe estar marcado para indicar el ambiente para el cual fue evaluado. A menos que se permita o se especifique algo diferente en (C) (6), el marcado debe incluir la información que se especifica en (C) (1) a (C) (5).

(1) Clase. El marcado debe especificar la clase o clases para las cuales el equipo es adecuado.

(2) División. Si el equipo es adecuado únicamente para la División 2, el marcado debe especificar la división. Se permitirá omitir la marca de la división en el equipo adecuado para la División 1.

NOTA: El equipo que no tiene marca que indique una división o que esté marcado como "División 1" o "Div. 1", es adecuado tanto para lugares de División 1 como de División 2; véase la sección 500.8 (B) (2). El equipo marcado como "División 2" o "Div. 2" es adecuado para lugares de División 2 únicamente.

(3) Grupos de clasificación de materiales. El marcado debe especificar el(los) grupo(s) de clasificación del material aplicable(s) de acuerdo con la sección 500.6.

Excepción: No se exigirá que se indique el grupo en las luminarias fijas marcadas para su uso únicamente en lugares Clase I, División 2 o Clase II, División 2.

(4) Temperatura del equipo. El marcado debe especificar la clase de temperatura o la temperatura de operación para una temperatura ambiente de 40º C, o para una temperatura ambiente mayor si el equipo tiene valor nominal y está marcado para una temperatura ambiente superior a los 40º C. La clase de temperatura, si se suministra, se debe indicar usando la clase de temperatura (Códigos T) que se presentan en la Tabla 500.8(C). Los equipos para Clase I y Clase II deben estar marcados con la temperatura máxima de funcionamiento seguro, tal como se determina por la exposición simultánea a la combinación de condiciones de la Clase I y la Clase II.

Excepción: No se exigirá que tengan marcada la temperatura de funcionamiento ni la clase de temperatura los equipos del tipo que no generen calor, como las cajas de empalme, los conduit y los accesorios, y los del tipo que producen calor con una temperatura máxima no superior a los 100º C.

NOTA: Pueden aparecer marcadas más de una clase de temperatura o temperatura de funcionamiento para gases y vapores, polvos, así como diversas temperaturas ambientales.

(5) Intervalo de temperatura ambiente. Para equipos con valor nominal para un intervalo de temperatura diferente de -25º C a +40º C. el marcado debe especificar el intervalo especial de temperaturas ambientales en grados Celsius. El marcado debe incluir uno de los símbolos "Ta" o "Tamb".

NOTA: Como ejemplo, el marcado podría ser “-30º C < Ta < +40º C".

Tabla 500.8 (C) Clasificación de la superficial máxima temperatura

Temperatura máxima		Clase de temperatura (Código T)
º C	º F	
450	842	T1
300	572	T2
280	536	T2A
260	500	T2B
230	446	T2C
215	419	T2D
200	392	T3
180	356	T3A
165	329	T3B
160	320	T3C
135	275	T4
120	248	T4A
100	212	T5
85	185	T6

(6) Permisos especiales.

(a) Equipo de propósito general. No se exigirá que los equipos fijos de

propósito general en lugares Clase I, distintos de las luminarias fijas, que sean aceptables para su uso en lugares Clase I, División 2, tengan marcada la clase, grupo, división, clase de temperatura o intervalo de temperatura ambiente.

(b) Equipo hermético al polvo. No se exigirá que los equipos fijos herméticos al polvo, distintos de las luminarias fijas, que sean aceptables para su uso en lugares Clase II, División 2 y Clase III tengan marcada la clase, grupo, división, clase de temperatura o intervalo de temperatura ambiente.

(c) Aparatos asociados. Los aparatos intrínsecamente seguros asociados y los aparatos con alambrado en campo no incendiario asociado que no están protegidos por un tipo alternativo de protección no se deben marcar con la clase, grupo, división o clase de temperatura. Los aparatos intrínsecamente seguros asociados y los aparatos con alambrado en campo no incendiario asociado se deben marcar con la clase, grupo y división del aparato al cual se van a conectar.

(d) Aparato sencillo. No se exigirá que un "aparato sencillo", tal como se define en el Artículo 504, esté marcado con la clase, grupo, división, clase de temperatura o intervalo de temperatura ambiente.

(D) Temperatura.

(1) Temperatura de la Clase I. La temperatura marcada según se especifica en la sección 500.8 (C) no debe exceder la temperatura de ignición del gas o vapor específico que pueda encontrarse.

NOTA: Para información sobre las temperaturas de ignición de gases y vapores, véase la publicación, Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas, NFPA 497-2004.

(2) Temperatura de la Clase II. La temperatura marcada según se especifica en la sección 500.8(C) debe ser menor que la temperatura de ignición del polvo específico que pueda encontrarse. Para polvos orgánicos que puedan deshidratarse o carbonizarse, la temperatura marcada no debe exceder del menor de los valores, entre la temperatura de ignición o 165° C (329° F).

NOTA: Para las temperaturas mínimas de ignición de polvos específicos, véase la publicación, Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas, NFPA 499-2004.

Se debe asumir que la temperatura de ignición para la cual fueron aprobados los equipos antes de este requisito, es la que aparece en la Tabla 500.8 (D) (2).

(E) Roscado. Todos los conduits roscados NPT y los accesorios tratados aquí deben estar roscados de acuerdo con el estándar National (American) Standard Pipe Taper (NPT) que produzca una conicidad de 1 en 16 (¾ pulgada por pie). Los conduits y los accesorios se deben apretar con llave de modo que se eviten las chispas cuando fluya una corriente de falla a través del sistema de conduit y, donde sea aplicable, garantizar la integridad a prueba de explosiones del sistema de conduit. Los equipos proporcionados con entradas roscadas para las conexiones del alambrado en campo se deben instalar de acuerdo con la sección 500.8 (E) (1) o (E) (2). Las entradas roscadas en equipo a prueba de explosión deben estar hechas con por lo menos cinco hilos, totalmente

introducidos.

Excepción: Para el equipo listado a prueba de explosión, las entradas NPT roscadas en fábrica se deben hacer con por lo menos 4 ½ hilos totalmente introducidos.

Tabla 500.8 (D) (2). Temperaturas de la clase II

Grupo de clase II	Equipo no sometido a sobrecarga		Equipo (tales como motores o transformadores de potencia que pueden ser sobrecargados)			
			Operación normal		Operación normal	
	º C	º F	º C	º F	º C	º F
E	200	392	200	392	200	392
F	200	392	150	302	200	392
G	165	329	120	248	165	329

(1) Equipo dotado con entradas roscadas para conduit o herrajes roscados NPT. Con los equipos dotados con entradas roscadas para conduit o accesorios roscados NPT, se debe utilizar conduit listado, accesorios para conduit o accesorios para cables.

NOTA: Las especificaciones de roscado para las roscas NPT se encuentran en la norma ANSI/ASME B1.20.1-1983, Pipe Threads, General Purpose (Inch).

(2) Equipo dotado con entradas roscadas para conduit o accesorios roscados métricos. En los equipos con entradas métricas roscadas, tales entradas se deben identificar como métricas, o con el equipo se deben suministrar los adaptadores listados para permitir la conexión al conduit o a los accesorios con rosca NPT. Se deben usar adaptadores para hacer la conexión al conduit o a los accesorios con rosca NPT. Se permitirá el uso de accesorios listados de cables que tengan rosca métrica.

NOTA: Las especificaciones de roscado para las entradas con roscas métricas se encuentran en la norma Metric Screw Threads, ISO 965/1- 1980 y Metric Screw Threads, ISO 965/3- 1980.

(F) Ensambles de cable de fibra óptica. Cuando un ensamble de cable de fibra óptica contenga conductores capaces de conducir corriente, dicho ensamble se debe instalar de acuerdo con los requisitos de los Artículos 500, 501, 502 ó 503, según sean aplicables.

500.9 Ocupaciones específicas. Los Artículos 510 a 517 tratan sobre los garajes, hangares para aviones, gasolineras y estaciones de servicio, plantas de almacenamiento a granel, procesos de aplicación por rociado, procesos de inmersión y recubrimiento e instalaciones para el cuidado de la salud.

ARTÍCULO 501
Lugares Clase I

I. Generalidades

501.1 Alcance. El Artículo 501 trata de los requisitos para el equipo eléctrico y electrónico, así como del alambrado para todas las tensiones en lugares Clase I, División 1 y 2 en los que puede existir peligro de incendio o explosión debido a gases o vapores inflamables o a líquidos inflamables.

> **NOTA**: Con respecto a los requisitos para el equipo eléctrico y electrónico y para el alambrado para todas las tensiones en lugares (clasificados como) peligrosos Clase I, Zona 0, Zona 1 o Zona 2, donde puede existir peligro de incendio o explosión debido a gases o vapores inflamables o a líquidos inflamables, consulte el Artículo 505.

501.5 Equipo para la zona. Se permitirá que los equipos listados y marcados de acuerdo con la sección 505.9 (C) (2) para su uso en lugares Clase I, Zona 0, 1 ó 2, se instalen en lugares Clase I, División 2 para el mismo gas y con una clase de temperatura adecuada. Se permitirá que los equipos listados y marcados de acuerdo con la sección 505.9 (C) (2) para su uso en lugares Clase I, Zona 0, se instalen en lugares Clase I, División 1 o División 2 para el mismo gas y con una clase de temperatura adecuada.

II. Alambrado

501.10 Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir las secciones 501.10 (A) o (B).

(A) Clase I, División 1.

(1) Generalidades. En los lugares Clase I, División 1, se permitirán los métodos de alambrado que se especifican en (a) hasta (d).

> (a) Conduit metálico rígido roscado o conduit metálico intermedio de acero roscado.
>
> > *Excepción: Se permitirá usar conduit tipo PVC y conduit tipo RTRC, cuando esté encerrado en una envoltura de concreto con un espesor mínimo de 50 mm (2 pulgadas) y que tenga una cubierta de mínimo 600 mm (24 pulgadas) medidos desde la parte superior del conduit hasta el nivel del suelo. Se permitirá omitir el encerramiento de concreto cuando esté sujeto a las disposiciones de la sección 514.8, Excepción No. 2 y de la sección 515.8(A). Se debe usar conduit metálico rígido roscado o conduit metálico intermedio de acero roscado para los últimos 600 mm (24 pulgadas) del tramo subterráneo hasta que salga de la tierra o hasta el punto de conexión con la canalización que vaya sobre el suelo. Se debe incluir un conductor de puesta a tierra de equipos para dar*

continuidad eléctrica al sistema de canalizaciones y para la puesta a tierra de las partes metálicas no portadoras de corriente.

(b) Cable del tipo MI con accesorios terminales listados para esos lugares. Los cables del tipo MI se deben instalar y sostener de manera que se evite el esfuerzo de la tensión mecánica en los accesorios terminales.

(c) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, cables del tipo MC-HL listados para su uso en lugares Clase I, Zona 1 o División 1, con un forro continuo metálico corrugado hermético al gas y al vapor, una chaqueta externa de un material polimérico adecuado, conductor(es) separado(s) de puesta a tierra de equipos de acuerdo con la sección 250.122, y equipados con accesorios terminales listados para esa aplicación.

NOTA: Véase la sección 330.12 con relación a las restricciones del uso del cable del tipo MC.

(d) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, cables del tipo ITC-HL listados para su uso en lugares Clase I, Zona 1 o División 1, con un forro continuo metálico corrugado hermético al gas y al vapor, una chaqueta externa de un material polimérico adecuado y equipados con accesorios terminales listados para esa aplicación.

NOTA: Véanse las secciones 727.4 y 727.5 con relación a las restricciones del uso del cable del tipo ITC.

(2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, como en los terminales de los motores, se permitirán accesorios flexibles listados para lugares Clase I, División 1 o cordón flexible de acuerdo con las disposiciones de la sección 501.140.

(3) Cajas y accesorios. Todas las cajas y los accesorios deben estar aprobados para lugares Clase I, División 1.

(B) Clase I, División 2.

(1) Generalidades. En los lugares Clase I, División 2 se permitirán los siguientes métodos de alambrado:

(1) Todos los métodos de alambrado permitidos en la sección 501.10 (A).

(2) Conduit metálico rígido roscado, conduit metálico intermedio de acero roscado.

(3) Barras canalizadas envueltas y con empaquetadura, ductos de alambrado envueltos y con empaquetadura.

(4) Cables del tipo PLTC que cumplan lo establecido en el Artículo 725, o en sistemas de bandejas portacables. El cable del tipo PLTC se debe instalar de manera que se evite el esfuerzo de tensión mecánica en los accesorios terminales.

(5) Cables tipo ITC según lo permitido en la sección 727.4.

(6) Cables de los tipos MI, MC, MV o TC con accesorios terminales o en sistemas de bandejas portacables, e instalados de manera que se evite el esfuerzo de tensión mecánica en los accesorios terminales.

(7) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación y donde el conduit metálico no brinda suficiente resistencia a la corrosión, se permitirá el conduit de resina termofija reforzada (RTRC), los codos elaborados en fábrica y los accesorios asociados, todos marcados con el sufijo -XW, y el conduit de PVC Cédula 80, los codos elaborados en fábrica y los accesorios asociados.
Cuando se exijan sellos para las condiciones de límites tales como las que se definen en la sección 501.15(A)(4), el método de alambrado de la División 1 se debe extender dentro del área de la División 2 hasta el sello, que se debe ubicar en el lado de la División 2 del límite entre División 1 - División 2.

(2) Conexiones flexibles. Cuando se deben hacer previsiones para una flexibilidad limitada, se permitirá también usar uno o más de los siguientes elementos:

(1) Accesorios metálicos flexibles.

(2) Conduit metálico flexible con accesorios listados.

(3) Conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios listados.

(4) Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios listados.

(5) Cordón flexible listado para uso extrapesado y equipado con accesorios adaptadors listados. En el cordón flexible debe estar incluido un conductor para uso como conduc tor de puesta a tierra de equipos.

NOTA: Para los requisitos de puesta a tierra cuando se use conduit flexible, véase la sección 501.30 (B).

(3) Alambrado en campo no incendiario. Se permitirá el alambrado en campo no incendiario utilizando cualquiera de los métodos de alambrado permitidos para lugares no clasificados. Los sistemas de alambrado en campo no incendiario se deben instalar de acuerdo con el(los) plano(s) de control. Los aparatos sencillos, que no se muestran en los planos de control, se permitirán en un circuito de alambrado en campo no incendiario siempre que tal aparato no interconecte el circuito de alambrado en campo no incendiario con ningún otro circuito.

NOTA: El aparato sencillo se define en la sección 504.2.

Los circuitos separados de alambrado en campo no incendiario se deben instalar de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

(1) En cables separados.

(2) En cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito están dentro de un blindaje metálico puesto a tierra.

(3) En cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito tienen un aislamiento con un espesor mínimo de 0.25 mm (0.01 pulgadas).

(4) Cajas y Accesorios. No se exigirá que las cajas y los accesorios sean a prueba de explosión, excepto lo exigido en las secciones 501.105 (B) (1), 501.115 (B) (1) y 501.150 (B) (1).

501.15 Sellado y drenaje. Los sellos de los sistemas de conduit y cables deben cumplir las disposiciones de las secciones 501.15 (A) hasta (F). Se debe usar compuesto sellante en los accesorios terminales de los cables del tipo MI para evitar que entre humedad y otros fluidos en el aislamiento del cable.

NOTA No. 1: Los sellos se utilizan en los sistemas de conduit y cables para reducir al mínimo el paso de gases y vapores y prevenir el posible paso de llamas de una parte de la instalación eléctrica a otra a través del conduit. Dicho paso a través del cable tipo MI se previene en forma inherente gracias a su construcción. A menos que sean diseñados y probados específicamente para ese propósito, los sellos del conduit y cables no están proyectados para prevenir el paso de líquidos, gases o vapores a una presión diferencial continua a través del sello. Incluso con diferencias de presión a través del sello, equivalentes a algunas pulgadas de agua, puede haber un paso lento de gases o vapores a través del sello y a través de los conductores que pasan por él. Véase la sección 501.15 (E) (2).

Las temperaturas extremas y los líquidos y vapores altamente corrosivos pueden afectar la habilidad del sello para cumplir su función prevista. Véase la sección 501.15 (C) (2).

NOTA No. 2: A través de los intersticios entre los hilos de los conductores trenzados normalizados de calibre mayor al 2 AWG se pueden producir fugas de gases o vapores y propagación de las llamas. Un medio para reducir las fugas y prevenir la propagación de las llamas consiste en utilizar conductores de construcción especial, como por ejemplo hilos compactados, o sellando los hilos individuales.

(A) Sellos del conduit, Clase I, División 1. En lugares Clase I, División 1, los sellos del conduit se deben situar de acuerdo con las secciones 501.15 (A) (1) hasta (A) (4).

(1) Entrada en los envolventes *(enclosures)*. En cada entrada de conduit a un envolvente a prueba de explosión, en donde se aplique cualquiera de los siguientes:

(1) El gabinete alberga aparatos tales como interruptores,

interruptores automáticos, fusibles, relés o resistencias que puedan producir arcos eléctricos, chispas o altas temperaturas que se consideren como una fuente de ignición en condiciones normales de funcionamiento.

(2) La entrada sea de un designador métrico 53 (tamaño comercial 2) o más grande y el envolvente contenga terminales, empalmes o derivaciones.

Para los propósitos de esta sección, se debe considerar como alta temperatura cualquiera que exceda el 80% de la temperatura de autoignición, en grados Celsius, del gas o vapor involucrado.

Excepción para 501.15 (A) (1) (1): No se exigirán sellos para el conduit que entra en un envolvente en donde los interruptores, interruptores automáticos, fusibles, relés o las resistencias cumplen una de las siguientes condiciones:

1) Están envueltos dentro de una cámara sellada herméticamente contra la entrada de gases o vapores.

2) Están sumergidos en aceite de acuerdo con la sección 501.115 (B) (1) (2).

3) Están envueltos en una cámara a prueba de explosión sellada en fábrica y ubicada dentro de un envolvente identificado para ese lugar y marcado con las palabras "sellado en fábrica" o un equivalente; a menos que la entrada del envolvente sea de un designador métrico 53 (tamaño comercial 2) o más grande.

4) Estén en circuitos no incendiarios.

No se debe considerar que los envolventes *(enclosures)* sellados en fábrica sirvan como sello para otro envolvente a prueba de explosión adyacente que se exige que tenga un sello del conduit.

Los sellos del conduit se deben instalar a una distancia máxima de 450 mm (18 pulgadas) del envolvente. Entre el accesorio de sellado y el envolvente a prueba de explosión sólo se permitirán uniones a prueba de explosión, acoples, reductores, codos, codos con casquillo y cuerpos de conduit similares a los tipos en L, en T y en cruz que no sean más grandes que el tamaño comercial del conduit.

(2) Envolventes presurizados. En cada entrada de conduit en un envolvente presurizado, en donde el conduit no está presurizado como parte del sistema de protección. Los sellos del conduit se deben instalar a una distancia no mayor de 450 mm (18 pulgadas) del envolvente presurizado.

NOTA No. 1: La instalación del sello lo más cerca posible del envolvente reducirá problemas con el purgado del espacio de aire muerto en el conduit presurizado.

NOTA No. 2: Para mayor información, véase la publicación Standard for Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment, NFPA 496-2003.

(3) Dos o más envolventes a prueba de explosión. Cuando dos o más envolventes a prueba de explosión, para los cuales se exigen sellos del conduit en la sección 501.15 (A) (1), están conectados mediante niples o tramos de conduit de máximo 900 mm (36 pulgadas) de longitud, se debe considerar suficiente un solo sello del conduit en cada conexión con niple o tendido de conduit, si está ubicado a máximo 450 mm (18 pulgadas) de cualquiera de los envolventes.

(4) Límite de la Clase I, División 1. En cada tramo de conduit que salga del lugar de Clase I División 1. Se permitirá que el accesorio de sellado esté ubicado en cualquiera de los dos lados del límite de dicho lugar, a una distancia no mayor de 3.05 m (10 pies) de dicho límite y debe estar diseñado e instalado para reducir al mínimo la cantidad de gas o vapor dentro de la porción de conduit de la División 1 que pase al conduit que está más allá del sello. En el tramo comprendido entre el sello del conduit y el punto en el que el conduit sale del lugar de División 1, no debe haber uniones, acoples, cajas ni accesorios, excepto los reductores listados a prueba de explosión, en el sello del conduit.

Excepción No. 1: No se exigirá sellar los conduits metálicos que no tengan uniones, acoples, cajas o accesorios, y que atraviesen completamente un lugar de Clase I, División 1 sin accesorios a menos de 300 mm (12 pulgadas) más allá de cada límite, si los puntos de terminación del conduit continuo están en lugares no clasificados.

Excepción No. 2: Para conduits subterráneos instalados según la sección 300.5 donde el límite está por debajo del suelo. Se permitirá instalar el accesorio de sellado después de que el conduit salga del suelo, pero no debe haber uniones, acoples, cajas ni accesorios, diferentes de los reductores listados a prueba de explosión en el accesorio de sellado, en el conduit entre el accesorio de sellado y el punto donde el conduit sale del suelo.

(B) Sellos del conduit Clase I, División 2. En los lugares Clase I, División 2, los sellos del conduit se deben ubicar de acuerdo con las secciones 501.15 (B) (1) y (B) (2).

(1) Entrada en los envolventes. Para las conexiones con envolventes que se exige que sean a prueba de explosión, se debe instalar un sello del conduit de acuerdo con las secciones 501.15 (A) (1) (1) y (A) (3). Todas las partes del tramo de conduit o niple entre el sello y dicho envolvente deben cumplir lo establecido en la sección 501.10 (A).

(2) Límite de la Clase I, División 2. En cada tramo de conduit que pase desde un lugar de Clase I, División 2 a un lugar no clasificado. Se permitirá que el accesorio de sellado esté ubicado en cualquiera de los dos lados del límite de dicho lugar y a una distancia no mayor de 3.05 m (10 pies) de dicho límite. Entre el accesorio de sellado y el punto en el cual el conduit sale del lugar de la División 2, se debe usar conduit metálico rígido o conduit metálico intermedio de acero roscado, y se debe usar una conexión roscada en el accesorio de sellado.

Excepto por los reductores listados a prueba de explosión en el sello del conduit, no debe haber uniones, acoples, cajas o accesorios entre el sello del conduit y el punto en el cual el conduit sale del lugar de División 2. Los conduits deben estar sellados para reducir al mínimo la cantidad de gas o vapor dentro de la porción del conduit de División 2 que pase al conduit más allá del sello. No se exigirá que estos sellos sean a prueba de explosión, pero deben estar identificados para el propósito de minimizar el paso de gases en condiciones de funcionamiento normal y deben ser accesibles.

Excepción No.1: No se exigirá sellar los conduit metálicos que no tengan uniones, acoples, cajas ni accesorios y que atraviesen completamente un lugar de Clase I, División 2 sin herrajes a menos de 300 mm (12 pulgadas) más allá de cada límite, si los puntos de terminación de los conduits continuos están en lugares no clasificados.

Excepción No. 2: No se exigirá que la terminación de sistemas de conduits en lugares no clasificados, en donde se hace una transición del método de alambrado a bandeja portacables, ensamble de cables con aislamiento en envolvente, barras canalizadas (busway) ventiladas, cable tipo MI o cable no instalado en ninguna bandeja portacables o sistema de canalización, esté sellada cuando pase desde un lugar de Clase I, División 2 hasta un lugar no clasificado. El lugar no clasificado debe ser exterior, o se permitirá que sea interior si el sistema de conduit está todo en un cuarto. Los conduits no deben terminar en un envolvente que contenga fuentes de ignición en condiciones normales de funcionamiento.

Excepción No.3: No se exigirá un sello en el límite entre los sistemas de conduit que pasen desde un envolvente o cuarto no clasificado, como resultado de la presurización, a un lugar de Clase I, División 2.

NOTA: Para mayor información véase la publicación Standard for Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment, NFPA 496-2003.

Excepción No. 4: No se exigirá sellar los segmentos del sistema de conduit sobre el piso, cuando pasen desde un lugar de Clase I, División 2 a un lugar no clasificado, si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) Ninguna parte del segmento del sistema de conduit pasa a través de un lugar de Clase I, División 1, donde el conduit tenga uniones,

acoples, cajas o accesorios a una distancia no mayor de 300 mm (12 pulgadas) del lugar de Clase I, División 1.

(2) El segmento del sistema de conduit está localizado completamente en el exterior.

(3) El segmento del sistema de conduit no está conectado directamente a bombas encapsuladas, conexiones de proceso o de servicio para flujo, presión o medidas de análisis, etc., que dependan de un solo sello de compresión, diafragma o tubo para evitar la entrada de fluidos inflamables o combustibles al sistema de conduit.

(4) El segmento del sistema de conduit tiene en el lugar no clasificado únicamente conduits metálicos roscados, uniones, acoples, cuerpos de conduit y accesorios.

(5) El segmento del sistema de conduit está sellado en su entrada a cada gabinete o accesorio que contengan terminales, empalmes o derivaciones en lugares Clase I, División 2.

(C) Clase I, Divisiones 1 y 2. Los sellos instalados en los lugares Clase I, División 1 y División 2, deben cumplir con lo establecido en las secciones 501.15 (C) (1) hasta (C) (6).

Excepción: Los sellos que no se exige que sean a prueba de explosión según las secciones 501.15 (B) (2) o 504.70.

(1) Accesorios. Los gabinetes para conexiones o equipos deben tener un medio integral para su sellado, o se deben utilizar accesorios de sellados listados para el lugar. Los accesorios de sellado deben estar listados para su uso con uno o más compuestos específicos y deben ser accesibles.

(2) Compuesto. El compuesto debe proporcionar un sello contra el paso de gases o vapores a través del accesorio de sellado, no debe ser afectado por la atmósfera o los líquidos circundantes, y su punto de fusión no debe ser inferior a 93° C (200° F).

(3) Espesor del compuesto. Excepto para los accesorios de sellado listados para cables, en un sello terminado, el espesor mínimo del compuesto sellante no debe ser menor al designador métrico (tamaño comercial) del accesorio de sellado expresado en las unidades de medición utilizadas y en ningún caso menor de 16 mm (5/8 de pulgada).

(4) Empalmes y derivaciones. No se deben hacer empalmes ni derivaciones en accesorios proyectados únicamente para el sellamiento con compuesto, y otros accesorios en los que se hayan hecho empalmes o derivaciones no se deben rellenar con compuesto sellante.

(5) Ensambles. En un ensamble en el que los equipos que puedan producir arcos, chispas o altas temperaturas estén ubicados en un compartimiento separado del que contenga los empalmes o derivaciones, y exista un sello integral por donde los conductores pasan de un compartimiento al otro, todo el ensamble debe estar identificado para el lugar. Cuando se exija en 501.15 (A) (1) (2) en lugares Clase I División 1, se deben instalar sellos en las conexiones de conduits con el compartimiento que contiene los empalmes o derivaciones.

(6) Relleno de los conductores. El área de la sección transversal de los conductores permitidos en un sello no debe exceder el 25 por ciento del área de la sección transversal del conduit metálico rígido del mismo tamaño comercial, a menos que esté identificado específicamente para un porcentaje de ocupación mayor.

(D) Sellos para cables en lugares Clase I, División 1. En los lugares Clase I División 1, los sellos para cables se deben ubicar de acuerdo con las secciones 501.15 (D) (1) hasta (D) (3).

(1) En las terminaciones. Los cables deben estar sellados en todas sus terminaciones. El accesorio de sellado debe cumplir con la sección 501.15 (C). Los cables multiconductores tipo MC-HL con cubierta metálica corrugada continua hermética a los gases y vapores y chaqueta externa de un material polimérico adecuado, se deben sellar con un accesorio listado, después de quitar la chaqueta y cualquier otro recubrimiento, de modo que el compuesto sellante rodee a cada conductor aislado individual, para reducir al mínimo el paso de gases y vapores.

Excepción: No se exigirá remover el material de blindaje de los cables blindados ni la separación de los cables de pares trenzados, siempre que la terminación esté hecha con los medios aprobados para reducir al mínimo la entrada de gases o vapores y prevenir la propagación de la llama dentro del núcleo del cable.

(2) Cables capaces para transmitir gases o vapores. En los lugares de División 1, los cables en conduit con una cubierta continua hermética a los gases y vapores, capaces de transmitir gases o vapores a través del núcleo central del cable, se deben sellar después de quitar la chaqueta y cualquier otro recubrimiento, de modo que el compuesto sellante rodee a cada conductor aislado individual y a la chaqueta externa.

Excepción: Se permitirá considerar como un solo conductor a los cables multiconductores con una cubierta continua hermética a los gases y vapores, capaces de transmitir gases o vapores a través del núcleo central del cable, sellando el cable en el conduit a una distancia no mayor de 450 mm (18 pulgadas) del envolvente y el extremo del cable dentro del envolvente con un medio aprobado para reducir al mínimo la entrada de gases o vapores y prevenir la propagación de las llamas dentro del núcleo del cable, o por otros métodos aprobados. Para los cables blindados y los cables de pares trenzados no se exigirá quitar el material de blindaje ni separar el par trenzado.

(3) Cables no capaces para transmitir gases o vapores. Si el cable no es capaz para transmitir gases o vapores a través de su núcleo central, cada cable multiconductor en conduit se debe considerar como un solo conductor. Estos cables se deben sellar de acuerdo con la sección 501.15 (A).

(E) Sellos para cables en lugares Clase I, División 2. En los lugares Clase I, División 2, los sellos para cables se deben ubicar de acuerdo con las secciones 501.15 (E) (1) hasta (E) (4).

(1) Terminaciones. Los cables que entren en envolventes que se exige que sean a prueba de explosión se deben sellar en el punto de entrada. El accesorio de sellado debe cumplir con la sección 501.15 (B) (1). Los cables multiconductores con una cubierta continua hermética a los gases y al vapor, capaces para transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable, se deben sellar en un accesorio listado en el lugar de División 2, después de quitar la chaqueta y cualquier otro

recubrimiento, de modo que el compuesto sellante rodee a cada conductor aislado individual de tal manera que reduzca al mínimo el paso de gases y vapores. Los cables multiconductores en conduit se deben sellar tal como se describe en la sección 501.15 (D).

Excepción No.1: No se exigirá sello en el límite para los cables que pasen desde un envolvente o cuarto no clasificados, como resultado de una presurización tipo Z, hasta un lugar de Clase I, División 2.

Excepción No.2: Para los cables blindados y los cables de pares trenzados no se exigirá remover el material del blindaje ni separar los pares trenzados, siempre que la terminación esté hecha con un medio aprobado para reducir al mínimo la entrada de gases o vapores y evitar la propagación de la llama dentro del núcleo del cable.

(2) Cables que no transmiten gases ni vapores. No se exigirá sellar los cables con cubierta continua hermética al vapor y a los gases y que no transmitan gases ni vapores a través del núcleo del cable por encima de la cantidad permitida para los accesorios de sellado, excepto lo exigido en la sección 501.15 (E) (1). La longitud mínima de dichos cables no debe ser inferior a la longitud que limite el flujo de gases o vapores a través del núcleo de cable a la tasa permitida para los accesorios de sellado [200 cm^3/hora (0.007 $pies^3$ / hora) de aire a una presión de 1500 Pascales (6 pulgadas de agua)].

NOTA: El núcleo del cable no incluye los intersticios entre los hilos trenzados de los conductores.

(3) Cables capaces de transmitir gases o vapores. No se exigirá sellar los cables con cubierta continua hermética al vapor y a los gases, capaces de transmitir gases o vapores a través del núcleo, excepto lo exigido en la sección 501.15 (E) (1), a menos que el cable esté conectado a dispositivos o equipos de procesos que puedan causar una presión superior a 1500 Pascales (6 pulgadas de agua) ejercida en el extremo del cable, en cuyo caso se debe instalar un sello, barrera u otro medio que prevenga la migración de vapores o gases inflamables hacia un lugar no clasificado.

Excepción: Se permitirá que los cables con cubierta continua hermética a gases y vapores pasen sin sellos a través de un lugar Clase I, División 2.

(4) Cables sin cubierta hermética a gases y vapores. Los cables sin cubierta continua hermética a gases y vapores se deben sellar en el límite del lugar de División 2 y del no clasificado, de manera que se reduzca al mínimo el paso de gases o vapores hacia el lugar no clasificado.

(F) Drenaje

(1) Equipo de control. Cuando exista la probabilidad de que puedan quedar atrapados líquidos u otros vapores condensados dentro de los envolventes para equipos de control o en cualquier punto de

un sistema de canalización, se deben proporcionar medios aprobados para prevenir la acumulación o para permitir el drenaje periódico de dichos líquidos o vapores condensados.

(2) Motores y generadores. Cuando la autoridad con jurisdicción considere que existe la probabilidad de que se acumulen líquidos o vapores condensados dentro de los motores o generadores, los sistemas de conduit y uniones se deben instalar de forma que se reduzca al mínimo la entrada de líquidos. Si se juzga necesario un medio para evitar la acumulación o para permitir el drenaje periódico, dicho medio debe instalarse durante la fabricación y se debe considerar como parte integral de la máquina.

(3) Bombas encapsuladas, conexiones para proceso o servicio, etc. Para las bombas encapsuladas, las conexiones de proceso o de servicio para flujo, presión o medición para análisis, etc., que dependan de un solo sello de compresión, diafragma o tubo para prevenir la entrada de fluidos inflamables o combustibles a la canalización o al sistema de cables eléctricos capaces de transmitir los fluidos, se debe proporcionar un sello, barrera, u otro medio adicional aprobado para prevenir la entrada de fluidos inflamables o combustibles a la canalización o al sistema de cables que pueden transmitir fluidos más allá de esos dispositivos o medios adicionales, si falla el sello primario. El sello o barrera adicional aprobada y el gabinete de interconexión deben enfrentar las condiciones de temperatura y presión a las que se van a ver sometidos si falla el sello primario, a menos que se proporcione otro medio aprobado para cumplir con este propósito. Se deben proporcionar drenajes, ventilación u otros dispositivos que hagan evidente la fuga del sello primario.

NOTA: Véanse también las notas en letra menuda del Artículo 501.15.

El equipo conectado al proceso que esté listado y marcado con "Sello dual" no requerirá de sellado adicional del proceso si se utiliza con los valores nominales del fabricante.

501.20 Aislamiento de los conductores en lugares Clase I Divisiones 1 y 2. Cuando puedan acumularse líquidos o vapores condensados sobre o entrar en contacto con el aislamiento de los conductores, dicho aislamiento debe ser de un tipo identificado para su uso en estas condiciones, o el aislamiento debe estar protegido por una cubierta de plomo o por otro medio aprobado.

501.25 Partes expuestas sin aislar en lugares Clase I, Divisiones 1 y 2. No debe haber partes expuestas no aisladas tales como conductores eléctricos, barras conductoras, terminales o componentes que funcionen a más de 30 voltios (15 voltios en lugares mojados). Estas partes se deben proteger además con una técnica de protección de acuerdo con las secciones 500.7 (E), (F) o (G) que sea adecuada para el lugar.

501.30 Puesta a tierra y unión en lugares Clase I, Divisiones 1 y 2. El alambrado y el equipo en lugares Clase I, Divisiones 1 y 2 deben estar puestos a tierra según se especifica en el Artículo 250 y de acuerdo con los requisitos de las secciones 501.30 (A) y (B).

(A) Unión. No se debe depender de tipos de contacto como adaptadors con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de unión, sino que se deben usar puentes de unión con los accesorios adecuados, u otros medios aprobados de unión. Estos medios para la unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envolventes, etc., que intervienen entre los lugares Clase I y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o el punto de puesta a tierra de un sistema derivado separadamente.

Excepción: Los medios específicos para la unión sólo se exigirán hasta el punto más cercano donde el conductor del circuito puesto a tierra y el electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado de la línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, tal como se especifica en la sección 250.32 (B), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito ramal esté ubicada en el lado de la carga del medio de desconexión.

NOTA: Para los requisitos adicionales de las uniones en lugares (clasificados como) peligrosos, véase la sección 250.100.

(B) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. Los conduits metálicos flexibles o conduits metálicos flexibles herméticos a los líquidos no se deben usar como la única trayectoria de la corriente de falla a tierra. Cuando se instalan puentes de unión de equipos deben cumplir con la sección 250.102.

Excepción: En lugares Clase I, División 2, se permitirá eliminar el puente de unión si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) Se usa conduit metálico flexible listado hermético a los líquidos de 1.8 m (6 pies) o menos de longitud, con los accesorios listados para puesta a tierra.

(2) La protección contra sobrecorriente del circuito está limitada a 10 amperios o menos.

(3) La carga no es una carga de utilización de potencia.

501.35 Protección contra tensiones transitorias.

(A) Clase I División 1. Los pararrayos, los dispositivos de protección contra tensiones transitorias y los condensadores se deben instalar en envolventes identificados para lugares Clase I, División 1. Los condensadores de protección contra tensiones transitorias deben ser de un tipo diseñado para ese servicio específico.

(B) Clase I División 2. Los pararrayos y los dispositivos de protección contra tensiones transitorias no deben producir arcos, tales como los varistiores de óxido metálico (MOV) del tipo sellado; los condensadores de protección contra tensiones transitorias deben ser de un tipo diseñado para ese servicio específico. Se permitirá que los envolventes sean del tipo de propósito general. Las protecciones contra tensiones transitorias de tipo distinto a los descritos en este párrafo, se deben instalar en envolventes identificados para lugares Clase I, División 1.

501.40 Circuitos ramales multiconductores. No se permitirán circuitos ramales multiconductores en los lugares Clase I, División 1.

Excepción: Cuando el(los) dispositivo(s) de desconexión del circuito abre(n) simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra del circuito multiconductor.

III. Equipo

501.100 Transformadores y condensadores.

(A) Clase I, División 1. En los lugares Clase I División 1, los transformadores y condensadores deben cumplir con las secciones 501.100 (A) (1) y (A) (2).

(1) Los que contengan líquido que pueda arder. Los transformadores y condensadores que contengan un líquido que pueda arder se deben instalar únicamente en bóvedas que cumplan lo establecido en las secciones 450.41 a 450.48 y con los siguientes numerales:

(1) No debe haber una puerta ni otra abertura de comunicación entre la bóveda y el lugar de División 1.

(2) Debe proporcionarse una amplia ventilación para la eliminación continua de los gases o vapores inflamables.

(3) Las aberturas o ductos de ventilación deben desembocar en un lugar seguro fuera de los edificios.

(4) Los ductos y aberturas de ventilación deben tener un área suficiente para aliviar las presiones causadas por explosiones dentro de la bóveda y todas las partes de los ductos de ventilación dentro de los edificios deben ser de concreto reforzado.

(2) Los que no contengan líquido que pueda arder. Los transformadores y condensadores que no contengan un líquido que pueda arder deben instalarse en bóvedas que cumplan con la sección 501.100 (A) (1) o estar identificados para lugares Clase I.

(B) Clase I, División 2. En los lugares Clase I, División 2, los transformadores y condensadores deben cumplir lo establecido en las secciones 450.21 a 450.27.

501.105 Medidores, instrumentos y relés.

(A) Clase I, División 1. En los lugares Clase I, División 1 los medidores, instrumentos y relés, incluidos los medidores de kilowatt-hora, los transformadores para instrumentos, las resistencias, los rectificadores y los tubos termoiónicos, deben estar equipados con envolventes identificados para lugares Clase I, División 1. Los envolventes para los lugares Clase I División 1 incluyen los que son a prueba de explosión y los envolventes purgados y presurizados.

NOTA: Véase la publicación Standard for Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment, NFPA 496-2003.

(B) Clase I, División 2. En los lugares Clase I, División 2, los medidores, instrumentos y relés deben cumplir con las secciones 501.105 (B) (1) hasta (B) (6).

(1) Contactos. Los interruptores, interruptores automáticos y contactos de cierre y apertura en pulsadores de botón, relés, campanas de alarma y sirenas, deben tener envolventes identificados para lugares Clase I, División 1 de acuerdo con la sección 501.105 (A).

Excepción: Se permitirá utilizar envolventes de propósito general si los contactos de interrupción de corriente cumplen con uno de los siguientes requisitos:

(1) Están sumergidos en aceite.

(2) Están encerrados en una cámara sellada herméticamente contra la entrada de gases o vapores.

(3) Están en circuitos no incendiarios, o

(4) Están listados para la División 2.

(2) Resistencias y equipos similares. Las resistencias, dispositivos a base de resistencias, tubos termoiónicos, rectificadores y equipos similares que se utilicen en o conectados con medidores, instrumentos y relés, deben cumplir con la sección 501.105 (A).

Excepción: Se permitirá utilizar envolventes del tipo de propósito general, si dichos equipos no tienen contactos de establecer e interrumpir o contactos deslizantes (diferentes de los indicados en la sección 501.105 (B) (1)) y si la temperatura máxima de funcionamiento de cualquier superficie expuesta no excede el 80 por ciento de la temperatura de ignición en grados Celsius del gas o vapor involucrado, o que se haya probado y determinado que es incapaz de inflamar el gas o vapor. Esta excepción no se debe aplicar a los tubos termoiónicos.

(3) Sin contactos de establecer e interrumpir. Los devanados de los transformadores, bobinas de impedancia, solenoides y otros devanados que no incluyan contactos deslizantes o de establecer e interrumpir, deben estar en envolventes. Se permitirá que estos envolventes sean del tipo de propósito general.

(4) Ensambles de propósito general. Cuando un ensamble esté formado por componentes para los que sean aceptables los envolventes de propósito general, tal como se establece en las secciones 501.105 (B) (1), (B) (2) y (B) (3), será aceptable para el ensamble un solo envolvente de propósito general. Cuando el ensamble incluya algunos de los equipos descritos en la sección 501.105 (B) (2), en el exterior del ensamble debe estar indicada en forma clara y permanente la temperatura superficial máxima que puede alcanzar cualquier componente. Como alternativa, se permitirá que los equipos estén marcados con la clase de temperatura para la cual son adecuados, usando la clase de temperatura (código T) de laTabla 500.8 (C).

(5) Fusibles. Cuando en las secciones 501.105 (B) (1) hasta (B) (4) se permita el uso de ensamble de propósito general, se permitirá montar en ellos fusibles para la protección contra sobrecorriente de los circuitos de instrumentos no expuestos a sobrecargas en uso normal, si cada fusible va precedido de un interruptor que cumpla con la sección 501.105 (B) (1).

(6) Conexiones. Para facilitar su reemplazo, se permitirá conectar los instrumentos de control de

procesos mediante cordón flexible, clavija de conexión y receptáculo siempre que se apliquen todas las siguientes condiciones:

(1) Se instale un interruptor que cumpla con la sección 501.105 (B) (1) de modo que no se dependa de la clavija de conexión para interrumpir la corriente.

(2) La corriente no exceda los 3 amperios a 120 voltios nominales.

(3) El cordón de alimentación no tenga más de 900 mm (3 pies), sea de un tipo listado para servicio extrapesado o para servicio pesado si está protegido por su ubicación, y está alimentado a través de una clavija de conexión y receptáculo del tipo de seguridad y con polo a tierra.

(4) Sólo se instalen los receptáculos necesarios.

(5) El receptáculo lleve una etiqueta que advierta contra la desconexión bajo carga.

501.115 Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles.

(A) Clase I, División 1. Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles, incluidos los pulsadores, relés y dispositivos similares instalados en lugares Clase I División 1, deben estar equipados con envolventes y en cada caso el envolvente y los aparatos que contenga deben estar identificados como un ensamble completo para uso en lugares Clase I.

(B) Clase I, División 2. Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles instalados en lugares Clase I División 2, deben cumplir con las secciones 501.115 (B) (1) hasta (B) (4).

(1) Tipo exigido. Los interruptores automáticos, controladores de motores e interruptores destinados para interrumpir la corriente en el desempeño normal de la función para la que se instalaron, deben estar equipados con envolventes identificados para lugares Clase I, División 1, de acuerdo con la sección 501.105 (A) a menos que se utilicen envolventes de propósito general y se aplique cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) La interrupción de la corriente se produzca dentro de una cámara herméticamente sellada contra la entrada de los gases y vapores.

(2) Los contactos para establecer e interrumpir de corriente estén sumergidos en aceite y sean del tipo para propósito general, con una inmersión mínima de 50 mm (2 pulgadas) para los contactos de fuerza y 25 mm (1 pulgada) de inmersión mínima para los contactos de control.

(3) La interrupción de corriente se produzca dentro de una cámara a prueba de explosión sellada en fábrica.

(4) El dispositivo sea un control de interrupción de estado sólido, sin

contactos, cuya temperatura superficial no exceda el 80 por ciento de la temperatura de ignición en grados Celsius del gas o vapor involucrado.

(2) Interruptores seccionadores. Para transformadores o bancos de condensadores se permitirá instalar desconectivos e interruptores seccionadores con fusibles o sin fusibles, no destinados a interrumpir la corriente en el desempeño normal de la función para la cual se instalaron, en envolventes de propósito general.

(3) Fusibles. Se permitirá instalar fusibles normales de tapón o de cartucho para la protección de los motores, electrodomésticos y lámparas, diferentes de lo establecido en la sección 501.115 (B) (4), siempre que se instalen dentro de envolventes aprobados para esos lugares; o se permitirá instalar fusibles, si están dentro de envolventes de propósito general y si son de un tipo cuyo elemento de operación esté sumergido en aceite u otro líquido aprobado, o esté encerrado dentro de una cámara sellada herméticamente contra la entrada de vapores y gases, o el fusible sea de tipo limitador de corriente, relleno y sin indicador.

(4) Fusibles internos en luminarias. Se permitirán fusibles de cartucho listados como protección complementaria dentro de las luminarias

501.120 Transformadores y resistencias de control. Los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias utilizadas como o en unión con equipos de control de motores, generadores y electrodomésticos, deben cumplir con las secciones 501.120 (A) y (B).

(A) Clase I, División 1. Los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias, junto con los mecanismos de interrupción asociados, instalados en los lugares Clase I, División 1, deben estar equipados con envolventes identificados para dichos lugares, según establece la sección 501.105 (A).

(B) Clase I, División 2. Los transformadores y resistencias de control instalados en lugares Clase I División 2, deben cumplir con las secciones 501.120 (B) (1) hasta (B) (3).

(1) Mecanismos de interrupción. Los mecanismos de interrupción utilizados con transformadores, bobinas de impedancia y resistencias, deben cumplir lo establecido en la sección 501.115 (B).

(2) Bobinas y devanados. Se permitirá que los envolventes *(enclosures)* para devanados de transformadores, solenoides o bobinas de impedancia sean del tipo de propósito general.

(3) Resistencias. Las resistencias deben estar instaladas en envolventes, y el ensamble debe estar identificado para lugares Clase I, a menos que la resistencia no sea variable y su temperatura máxima de funcionamiento, en grados Celsius, no exceda el 80% de la temperatura de ignición de los gases o vapores involucrados, o que se haya probado y encontrado que no tiene la capacidad para dar ignición a los gases o vapores.

501.125 Motores y generadores.

(A) Clase I, División 1. Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotatorias en lugares Clase I División 1, deben:

(1) Estar identificados para lugares Clase I, División 1.

(2) Ser del tipo totalmente encerrado, con ventilación de presión positiva desde una fuente de aire limpio con salida a un área segura y estar dispuestos de modo que se prevenga la energización de la máquina hasta que la ventilación haya sido establecida y el envolvente haya sido purgado mínimo con 10 volúmenes de aire, y también dispuestos para desenergizar automáticamente el equipo cuando el suministro de aire falle.

(3) Ser del tipo totalmente encerrado y lleno de gas inerte, equipado con una fuente confiable y adecuada de gas inerte para presurizar el envolvente, con elementos provistos para asegurar una presión positiva en el envolvente y dispuestos para desenergizar automáticamente el equipo cuando el suministro de gas falle.

(4) Ser de un tipo diseñado para funcionar sumergido en un líquido que sólo sea inflamable cuando se vaporice y se mezcle con el aire, o en un gas o vapor a una presión mayor que la atmosférica y que sean inflamables únicamente cuando se mezclen con el aire; y que la máquina esté dispuesta de modo que no se pueda energizar hasta que haya sido purgada con el líquido o el gas para desalojar el aire, y que además se desenergice automáticamente el equipo cuando falle el suministro de líquido, gas o vapor, o su presión se reduzca hasta la presión atmosférica.
Los motores totalmente cerrados de los tipos especificados en las secciones 501.125 (A) (2) o (A) (3) no deben tener superficies externas cuya temperatura de operación en grados Celsius exceda el 80 por ciento de la temperatura de ignición de los gases o vapores involucrados. Deben instalarse dispositivos adecuados que detecten y desenergicen automáticamente el motor o suministren una alarma adecuada si se presenta cualquier aumento de temperatura del motor más allá de los límites de diseño. Los equipos auxiliares deben ser de un tipo identificado para el lugar en el que estén instalados.

NOTA: Véase la publicación ASTM Test Procedure, D 2155-69.

(B) Clase I, División 2. Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotativas instaladas en lugares Clase I, División 2, en los que se utilicen contactos deslizantes o mecanismos de interrupción centrífugos o de otro tipo (incluidos los dispositivos de protección de los motores contra sobrecorriente, sobrecargas y sobrecalentamiento), o dispositivos de resistencia integrados que funcionen durante el arranque o durante la marcha, deben estar identificados para lugares Clase I, División 1, a menos que tales contactos deslizantes, mecanismos de interrupción y dispositivos de resistencia estén equipados con envolventes identificados para los lugares Clase I, División 2, de acuerdo con la sección 501.105(B). La temperatura de la superficie expuesta de los calefactores de ambiente utilizados para evitar la condensación de humedad durante los períodos de parada, no debe exceder el 80 por ciento de la temperatura de ignición en grados Celsius de los gases o vapores involucrados, cuando funcione a la tensión nominal, y la temperatura superficial máxima [basada en una temperatura ambiente de 40° C (104° F)] debe estar marcada en forma permanente en una placa de características visible montada en el motor. De lo contrario, los calentadores de ambiente deben estar identificados para lugares Clase I División 2. En los lugares Clase I, División 2 se permitirá instalar motores abiertos, o encerrados que no sean a prueba de explosión, tales como motores de inducción de jaula de ardilla sin escobillas, mecanismos de interrupción ni otros dispositivos similares que

produzcan arcos eléctricos, que no estén identificados para uso en lugares Clase I, División 2.

NOTA No. 1: Es importante considerar la temperatura de las superficies interna y externa que pueden estar expuestas a la atmósfera inflamable.

NOTA No. 2: Es importante considerar el riesgo de ignición debido a arcos de corriente a través de discontinuidades y el recalentamiento de algunas partes de los envolventes de secciones múltiples, de motores y generadores grandes.

Estos motores y generadores pueden necesitar puentes de unión a través de las uniones en el gabinete y desde el envolvente a tierra. Cuando se sospeche la presencia de gases o vapores inflamables, es posible que se necesite una purga con aire limpio inmediatamente antes y durante el período de arranque.

NOTA No. 3: Para mayor información sobre la aplicación de los motores eléctricos en lugares (clasificados como) peligrosos Clase I División 2 véase la publicación IEEE Guide for the Application of Electric Motors in Class I, Division 2 Hazardous (Classified) Locations, IEEE Std. 1349-2001.

501.130 Luminarias. Las luminarias deben cumplir con las secciones 501.130 (A) o (B).

(A) Clase I, División 1. Las luminarias en los lugares Clase I, División 1 deben cumplir con las secciones 501.130 (A) (1) hasta (A) (4).

(1) Luminarias. Cada luminaria debe estar identificada como un ensamble completo para lugares Clase I, División 1 y debe estar marcada claramente la máxima potencia en watts de la lámpara, para la cual está identificada. Las luminarias previstas para uso portátil deben estar listadas específicamente como un ensamble completo para ese uso.

(2) Daños físicos. Cada luminaria se debe proteger contra daños físicos, bien sea por su ubicación o mediante la utilización de protección adecuada.

(3) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes deben estar suspendidas y alimentadas a través de vástagos de conduit metálico rígido roscado o conduit intermedio de acero roscado y las juntas roscadas deben tener tornillos prisioneros u otro medio eficaz para evitar que se aflojen. Los vástagos de más de 300 mm (12 pulgadas) de longitud deben tener abrazaderas permanentes y efectivas para evitar su desplazamiento lateral, a un nivel máximo de 300 mm (12 pulgadas) sobre el extremo inferior del vástago, o se debe permitir flexibilidad mediante un accesorio o conector flexible identificado para lugares Clase I, División 1 ubicado a máximo 300 mm (12 pulgadas) del punto de unión a la caja de soporte o al accesorio.

(4) Soportes. Las cajas, ensambles de cajas o accesorios utilizados como soporte de las luminarias, deben estar identificados para su uso en lugares Clase I.

(B) Lugares Clase I, División 2. Las luminarias instaladas en lugares Clase I, División 2 deben cumplir con las secciones 501.130 (B) (1) hasta (B) (6).

(1) Luminarias. Cuando las lámparas son de un tamaño o un tipo que pueda, en condiciones de funcionamiento normal, alcanzar temperaturas superficiales que excedan del 80% de la

temperatura de ignición, en grados Celsius, del gas o vapor involucrado, las luminarias deben cumplir con la sección 501.130 (A) (1) o deben ser de un tipo que se haya sometido a prueba para determinar la temperatura de funcionamiento marcada o la clase de temperatura (código T).

(2) Daños físicos. Las luminarias se deben proteger contra daños físicos bien sea por su ubicación o por la utilización de protección adecuada. Cuando exista peligro de que las chispas o el metal caliente de las lámparas o las luminarias puedan encender concentraciones localizadas de vapores o gases inflamables, se deben instalar envolventes adecuados u otro medio de protección eficaz.

(3) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes deben estar suspendidas mediante vástagos de conduit metálico rígido roscado o conduit intermedio de acero roscado u otros medios aprobados. Los vástagos rígidos de más de 300 mm (12 pulgadas) de longitud deben tener abrazaderas permanentes y efectivas para evitar su desplazamiento lateral, a un nivel máximo de 300 mm (12 pulgadas) sobre el extremo inferior del vástago, o se debe permitir flexibilidad mediante un accesorio o conector flexible identificado para lugares Clase I, División 1 ubicado a máximo 300 mm (12 pulgadas) del punto de unión a la caja de soporte o al accesorio.

(4) Equipos de alumbrado portátiles. Los equipos de alumbrado portátiles deben cumplir con la sección 501.130 (A) (1).

> *Excepción: Se permitirán equipos de alumbrado portátiles montados en cualquier posición sobre bases móviles y conectados con cordones flexibles, como establece la sección 501.140, siempre que cumplan con la sección 501.130 (B) (2).*

(5) Interruptores. Los interruptores que formen parte de una luminaria ensamblada o de un portalámparas individual deben cumplir lo establecido en la sección 501.115 (B) (1).

(6) Equipo de arranque. El equipo de arranque y control de las lámparas de descarga eléctrica debe cumplir lo establecido en la sección 501.120 (B).

> *Excepción: Un protector térmico encapsulado en un balasto protegido térmicamente para una lámpara fluorescente, si la luminaria está identificada para el lugar.*

501.135 Equipo de utilización.

(A) Clase I, División 1. Todos los equipos de utilización instalados en lugares Clase I, División 1 deben estar identificados para lugares Clase I, División 1.

(B) Clase I, División 2. Todos los equipos de utilización instalados en lugares Clase I, División 2 deben cumplir con las secciones 501.135 (B) (1) hasta (B) (3).

(1) Calentadores. Los equipos de utilización calentados eléctricamente deben cumplir la condición (1) o la (2):

> (1) Cuando un calentador esté energizado continuamente a su máxima temperatura nominal ambiente, su temperatura no debe exceder el 80 por ciento de la temperatura de ignición en grados Celsius de los gases o vapores que puedan estar en contacto con cualquier superficie expuesta a ellos. Si no se dispone de un

controlador de temperatura, estas condiciones se deben aplicar cuando el calentador es operado al 120% de su tensión nominal.

Excepción No. 1: Para los calentadores de ambiente anticondensación montados en los motores, véase la sección 501.125.

Excepción No.2: Cuando hay un dispositivo limitador de corriente instalado en el circuito que alimenta el calentador para limitar la corriente del calentador a un valor menor al necesario para aumentar su temperatura superficial hasta el 80 por ciento de la temperatura de ignición.

(2) El calentador debe estar identificado para lugares Clase I, División 1.

Excepción para (2): Los calentadores de seguimiento (heat tracing) por resistencia eléctrica identificados para lugares Clase I, División 2.

(2) Motores. Los motores de los equipos de utilización accionados por motor deben cumplir lo establecido en la sección 501.125 (B).

(3) Interruptores, interruptores automáticos y fusibles. Los interruptores, interruptores automáticos y fusibles deben cumplir lo establecido en la sección 501.115 (B).

501.140 Cordones flexibles en lugares Clase I Divisiones 1 y 2.

(A) Usos permitidos. Se permitirá instalar cordones flexibles:

(1) Para conectar equipos de alumbrado portátiles u otros equipos de utilización portátiles a la parte fija de su circuito de alimentación.

(2) Para esa parte del circuito en donde los métodos de alambrado fijo de la sección 501.10 (A) no pueden proporcionar el grado de movimiento necesario para los equipos de utilización fijos y móviles y el cordón flexible está protegido contra daños físicos, bien sea por su ubicación o por una protección adecuada y únicamente en un establecimiento industrial cuyas condiciones de mantenimiento y supervisión de ingeniería garanticen que solamente personas calificadas instalarán y darán servicio a la instalación.

(3) Para bombas eléctricas sumergibles con medios para su retiro sin entrar en el foso mojado. Se permitirá la extensión del cordón flexible dentro de una canalización adecuada entre el foso mojado y la fuente de alimentación.

(4) Para mezcladores eléctricos proyectados para entrar y salir de tanques o recipientes de mezcla de tipo abierto.

(B) Instalación. Cuando se utilicen cordones flexibles, estos deben cumplir con todas las condiciones siguientes:

(1) Ser de un tipo listado para uso extrapesado.

(2) Contener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra de equipos que cumpla lo establecido en la sección 400.23.

(3) Estar conectados a los terminales o conductores de alimentación de una manera aprobada.

(4) Estar sujetos por abrazaderas u otros medios adecuados, de modo que no cause tensión mecánica en las conexiones con los terminales.

(5) Estar equipados con sellos adecuados en donde el cordón flexible entre en cajas, accesorios o envolventes del tipo a prueba de explosión.

Excepción para (5): No se exigirán sellos de acuerdo con lo establecido en las secciones 501.10 (B) y 501.105 (B) (6).

(6) Ser de longitud continua.

NOTA: Para los cordones flexibles expuestos a líquidos que tienen efectos nocivos sobre el aislamiento de los conductores, véase la sección 501.20.

501.145 Receptáculos y clavijas de conexión en lugares Clase I Divisiones 1 y 2. Los receptáculos y clavijas de conexión deben ser de un tipo que proporcione conexión con el conductor de puesta a tierra de equipos de un cordón flexible y deben estar identificados para su uso en esos lugares.

Excepción: Lo establecido en la sección 501.105 (B) (6).

501.150 Sistemas de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto.

(A) Clase I, División 1. Todos los aparatos y equipos de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto en lugares Clase I, División 1, independientemente de su tensión, deben estar identificados para lugares Clase I, División 1 y todo el alambrado debe cumplir lo establecido en las secciones 501.10 (A), 501.15 (A) y 501.15 (C).

(B) Clase I, División 2. Los sistemas de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto en lugares Clase I, División 2 deben cumplir con las secciones 501.150 (B) (1) hasta (B) (4).

(1) Contactos. Los interruptores, interruptores automáticos y contactos de establecer e interrumpir de pulsadores de botón, relés, campanas de alarma y sirenas, deben estar en envolventes identificados para lugares Clase I, División 1, de acuerdo con la sección 501.105 (A).

Excepción: Se permitirá utilizar envolventes de propósito general si los contactos de interrupción de corriente son alguno de los siguientes:

(1) Sumergidos en aceite.

(2) Encerrados en una cámara sellada herméticamente contra la entrada de gases o vapores.

(3) Están en circuitos no incendiarios, o

(4) Son parte de un componente no incendiario certificado.

(2) Resistencias y equipos similares. Las resistencias, dispositivos con resistencias, tubos termoiónicos, rectificadores y equipos similares deben cumplir lo establecido en la sección 501.105 (B) (2).

(3) Protectores. Los dispositivos de protección contra rayos y los fusibles deben estar instalados en envolventes. Se permitirá que esos envolventes sean del tipo de propósito general.

(4) Alambrado y sellado. Todo el alambrado debe cumplir lo establecido en las secciones 501.10 (B), 501.15 (B) y 501.15 (C).

ARTÍCULO 502
Lugares Clase II

I. Generalidades

502.1 Alcance. El Artículo 502 trata de los requisitos para el equipo eléctrico y electrónico y para el alambrado para todas las tensiones en lugares Clase II, División 1 y 2 donde puede haber riesgos de incendio o explosión debido a polvos combustibles.

502.5 Equipo a prueba de explosión. En lugares Clase II no se exigirán ni serán aceptables el equipo y el alambrado a prueba de explosión, a menos que estén identificados para esos lugares.

II. Alambrado

502.10 Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con las secciones 502.10 (A) o (B).

(A) Clase II, División 1.

(1) Generalidades. En los lugares Clase II, División 1, se permitirán los métodos de alambrado indicados en los numerales (1) hasta 4):

(1) Conduit metálico rígido roscado o conduit metálico intermedio de acero roscado.

(2) Cable del tipo MI con accesorios terminales listados para esos lugares. Los cables del tipo MI se deben instalar y sostener de modo que se eviten esfuerzos mecánicos en los accesorios terminales.

(3) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas proporcionen servicio a la instalación, se permitirán cables del tipo MC-HL listados para su uso en lugares Clase II, División 1, con un forro metálico continuo corrugado y hermético al gas y al vapor, una chaqueta externa de un material polimérico adecuado, un(os) conductor(es) separados de puesta a tierra de equipos de acuerdo con la sección 250.122, y equipados con accesorios terminales listados para esa aplicación.

(4) Los accesorios y cajas deben estar equipados con refuerzos roscados para la conexión al conduit o a los terminales de los cables y deben ser herméticas al polvo. Los accesorios y cajas en los que se hagan derivaciones, empalmes o conexiones con los terminales, o que se utilicen en lugares del grupo E, deben estar identificados para lugares Clase II.

(2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario utilizar conexiones flexibles, se permitirá uno o más de los siguientes elementos:

(1) Conectores flexibles herméticos al polvo.

(2) Conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios listados.

(3) Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios listados.

(4) Cable del tipo MC con armadura entrelazada que tenga chaqueta externa de un material polimérico adecuado y con accesorios terminales certificados para lugares Clase II, División I.

(5) Cordones flexibles aprobados para usos extra pesados y provistos de accesorios con adaptadors. Cuando se utilicen cordones flexibles, estos deben cumplir lo establecido en la sección 502.140.

NOTA: Para los requisitos de puesta a tierra cuando se usa conduit flexible, véase la sección 502.30B.

(B) Clase II División 2.

(1) Generalidades. En lugares Clase II, División 2, se permitirán los siguientes métodos de alambrado:

(1) Todos los métodos de alambrado permitidos en la sección 502.10(A).

(2) Conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, tubería metálica eléctrica, canalizaciones herméticas al polvo.

(3) Cables del tipo MC o MI con accesorios terminales listados.

(4) Cables del tipo PLTC en bandejas portacables.

(5) Cables del tipo ITC en bandejas portacables.

(6) Cables de los tipos MC, MI o TC instalados en una sola capa en bandejas portacables de los tipos de escalera, ventilada o de canal ventilado, con un espacio entre dos cables adyacentes no menor al diámetro del cable más grueso.

Excepción para (6): Se permitirá instalar el cable del tipo MC listado para su uso en lugares Clase II División 1, sin las separaciones exigidas en (6).

(2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario hacer conexiones flexibles, se deben aplicar las disposiciones de la sección 502.10 (A) (2).

(3) Alambrado de campo no incendiario. Se permitirá alambrado de campo no incendiario con cualquiera de los métodos de alambrado permitidos para lugares no clasificados. Los sistemas de alambrado de campo no incendiario se deben instalar de acuerdo con los planos de control. Los aparatos sencillos, que no se muestran en los planos de control, se permitirán en un circuito de

alambrado de campo no incendiario siempre que el aparato sencillo no interconecte el circuito de alambrado de campo no incendiario con ningún otro circuito.

NOTA: El aparato sencillo se define en la sección 504.2.

Los circuitos separados de alambrado de campo no incendiario se deben instalar de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

(1) En cables separados.

(2) En cables con multiconductores, donde los conductores de cada circuito están dentro de un blindaje metálico puesto a tierra.

(3) En cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito tienen aislamiento con espesor mínimo de 0.25 mm (0.01 pulgadas).

(4) Cajas y accesorios. Todas las cajas y accesorios deben ser herméticos al polvo.

502.15 Sellado en Clase II, Divisiones 1 y 2. Cuando una canalización proporcione comunicación entre un envolvente *(envolvente)* que debe ser a prueba de ignición de polvos con otro que no lo es, se deben instalar los medios adecuados para evitar la entrada de polvo, a través de la canalización, en el envolvente *(envolvente)* a prueba de ignición de polvos. Se permitirá utilizar uno de los siguientes medios:

(1) Un sello eficaz y permanente.

(2) Una canalización horizontal de longitud no inferior a 3.05 m (10 pies).

(3) Una canalización vertical de longitud no inferior a 1.5 m (5 pies) que se prolongue hacia abajo desde el envolvente a prueba de ignición de polvos.

(4) Una canalización instalada de manera equivalente a (2) o (3) que se prologue sólo horizontalmente y hacia abajo desde el envolvente a prueba de ignición de polvos.

No se exigirán sellos cuando una canalización proporcione comunicación entre un envolvente que deba ser a prueba de ignición de polvos con otro ubicado en un lugar no clasificado.

Los accesorios de sellado deben ser accesibles.

No se exigirá que los sellos sean a prueba de explosión.

NOTA: Un método de sellado es la masilla para sellado eléctrico.

502.25 Partes expuestas sin aislar en lugares Clase II, Divisiones 1 y 2. No debe haber partes expuestas no aisladas tales como conductores eléctricos, barras conductoras, terminales o componentes que funcionen a más de 30 voltios (15 voltios en lugares mojados). Estas partes se deben proteger además con una técnica de protección de acuerdo con las secciones 500.7 (E), (F) o (G) que sea adecuada para el lugar.

502.30 Puesta a tierra y unión en lugares Clase II, Divisiones 1 y 2. El alambrado y el equipo en lugares Clase II, División 1 y 2 deben estar puestos a tierra según se especifica en el Artículo 250 y de acuerdo con los requisitos de las secciones 502.30 (A) y (B).

(A) Unión. No se debe depender de tipos de contacto como adaptadors con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de uniones, sino que se deben usar puentes para unión con los accesorios adecuados, u otros medios aprobados de unión. Estos medios para unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envolventes, etc., que intervienen entre los lugares Clase II y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o punto de puesta a tierra de un sistema derivado separadamente.

Excepción: Los medios específicos para unión sólo se exigirán hasta el punto más cercano donde el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor del electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado de la línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, como se especifica en la sección 250.32 (B), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito ramal esté ubicada en el lado de la carga del medio de desconexión.

NOTA: Para requisitos adicionales de las conexiones equipotenciales en lugares (clasificados como) peligrosos, véase la sección 250.100.

(B) Tipos de conductores para puesta a tierra de equipos. Los conduits metálicos flexibles herméticos a los líquidos no se deben usar como la única trayectoria de la corriente de falla a tierra. Cuando se instalan puentes de unión, deben cumplir con la sección 250.102.

Excepción: En lugares Clase II, División 2, se permitirá eliminar el puente de unión si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) Se usa conduit metálico flexible listado hermético a los líquidos de 1.8 m (6 pies) o menos de longitud, con los accesorios listados para puesta a tierra.

(2) La protección contra sobrecorriente en el circuito está limitada a 10 amperios o menos.

(3) La carga no es una carga de utilización de potencia.

502.35 Protección contra tensiones transitorias en lugares Clase II, Divisiones 1 y 2. Los pararrayos y los dispositivos de protección contra tensiones transitorias instalados en lugares Clase II, División 1 deben estar en envolventes adecuados.
Los condensadores de protección contra tensiones transitorias deben ser de un tipo diseñado para ese servicio específico.

502.40 Circuitos ramales multiconductores. No se permitirán circuitos ramales multiconductores en los lugares Clase II, División 1.

Excepción: Cuando el(los) dispositivo(s) de desconexión del circuito abre(n) en forma simultánea todos los conductores no puestos a tierra del circuito multiconductor.

III. Equipo

502.100 Transformadores y condensadores.

(A) Clase II División 1. En los lugares Clase II División 1, los transformadores y condensadores deben cumplir con las escoñes 502.100 (A) (1) hasta (A) (3).

(1) Los que contengan líquido que pueda arder. Los transformadores y condensadores que contengan un líquido que pueda arder se deben instalar sólo en bóvedas que cumplan lo establecido en las secciones 450.41 a 450.48 y, además se deben aplicar los numerales (1), (2) y (3).

> (1) Las puertas u otras aberturas que comuniquen con el lugar de División 1 deben tener a ambos lados de la pared puertas cortafuegos de cierre automático, y las puertas deben estar ajustadas cuidadosamente y equipadas con sellos adecuados (por ejemplo, cinta para la intemperie), para reducir al mínimo la entrada de polvo a la bóveda.
>
> (2) Las aberturas y ductos de ventilación deben comunicar se únicamente con el aire exterior.
>
> (3) Se deben proporcionar aberturas adecuadas para alivio de presión que comuniquen con el aire exterior.

(2) Los que no contengan líquido que pueda arder. Los transformadores y condensadores que no contengan un líquido que pueda arder se deben instalar en bóvedas que cumplan lo establecido en las secciones 450.41 a 450.48, o estar identificados como un ensamble completo, incluyendo sus conexiones terminales, para lugares Clase II.

(3) Polvos metálicos. No se deben instalar transformadores ni condensadores en lugares donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio, bronce aluminio u otros metales de características peligrosas similares.

(B) Clase II, División 2. En los lugares Clase II, División 2, los transformadores y condensadores deben cumplir con las secciones 502.100 (B) (1) hasta (B) (3).

(1) Los que contengan líquido que pueda arder. Los transformadores y condensadores que contengan un líquido que pueda arder se deben instalar en bóvedas que cumplan con las secciones 450.41 a 450.48.

(2) Que contengan Askarel. Los transformadores que contengan Askarel y con valor nominal superior a 25 kVA, deben tener las siguientes características.

> (1) Deben estar equipados con ventilación para alivio de presión.
>
> (2) Deben estar equipados con un medio para absorber los gases generados por la formación de arcos dentro de la carcasa, o la ventilación para alivio de presión deben estar conectados a una chimenea o ducto que lleve los gases hasta el exterior del edificio.

(3) Deben tener un espacio de aire no inferior a 150 mm (6 pulgadas) entre las carcasas de los transformadores y cualquier material combustible adyacente.

(3) Transformadores tipo seco. Los transformadores tipo seco se deben instalar en bóvedas o deben tener sus devanados y conexiones terminales encerrados en carcasas metálicas herméticas sin ventilación ni otras aberturas y deben operar a máximo 600 voltios nominales.

502.115 Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles.

(A) Clase II, División 1. Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles instalados en los lugares Clase II División 1 deben cumplir con las secciones 502.115 (A) (1) y (A) (2).

(1) Tipo exigido. Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles, incluidos los pulsadores de botón, relés y dispositivos similares deben estar instalados en envolventes identificados a prueba de ignición de polvos.

(2) Polvos metálicos. En lugares donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio, aluminio y bronce u otros metales de características peligrosas similares, los fusibles, interruptores, controladores de motores e interruptores automáticos deben tener envolventes identificados para esos lugares.

(B) Clase II, División 2. Los envolventes de fusibles, interruptores, interruptores automáticos y controladores de motores, incluidos los pulsadores de botón, relés y dispositivos similares, instalados en lugares Clase II, División 2, deben ser herméticos al polvo.

502.120 Resistencias y transformadores de control

(A) Clase II, División 1. Los transformadores de control, solenoides, bobinas de impedancia, resistencias y cualquier dispositivo de protección contra sobrecorriente o mecanismo de interrupción asociado con ellos, instalados en lugares Clase II, División 1, deben tener envolventes a prueba de ignición de polvos identificados para lugares Clase II. No se debe instalar ningún transformador de control, bobina de impedancia o resistencia en lugares donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio, aluminio y bronce u otros metales de características peligrosas similares, si no están protegidos por un envolvente aprobado para ese lugar específico.

(B) Clase II, División 2. Los transformadores y resistencias instalados en lugares Clase II, División 2 deben cumplir con las secciones 502.120 (B) (1) hasta (B) (3).

(1) Mecanismos de interrupción. Los mecanismos de interrupción (incluidos los dispositivos de protección contra sobrecorriente) asociados con los transformadores de control, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias, deben estar instalados en envolventes *(envolventes)* herméticos al polvo.

(2) Bobinas y devanados. Cuando no estén instalados en el mismo envolvente de los mecanismos de interrupción, los transformadores de control, solenoides y bobinas de impedancia deben estar equipados con carcasas metálicas herméticas sin aberturas de ventilación o se deben instalar en envolventes *(envolventes)* herméticos al polvo. A partir de enero 1 de 2011, únicamente se permitirán

envolventes *(envolventes)* herméticos al polvo.

(3) Resistencias. Las resistencias y dispositivos con resistencias deben tener envolventes a prueba de ignición de polvo identificados para lugares Clase II.

Excepción: Cuando la temperatura máxima de operación normal de una resistencia no exceda los 120° C (248° F), se permitirá que las resistencias no ajustables o las que formen parte de una secuencia de arranque temporizada automáticamente tengan envolventes que cumplan con la sección 502.120 (B) (2).

502.125 Motores y generadores.

(A) Clase II, División 1. Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotativas instaladas en lugares Clase II, División 1, deben cumplir con cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) Estar identificados para lugares Clase II, División 1.

(2) Estar totalmente encerrados y ventilados mediante tuberías, que cumplan las limitaciones de temperatura de la sección 502.5.

(B) Clase II, División 2. Los motores, generadores y otros equipos eléctricos rotativos instalados en lugares Clase II, División 2, deben estar ser totalmente encerrados y sin ventilación, totalmente encerrados y con ventilación mediante tuberías, totalmente encerrados y refrigerados con aire y agua, totalmente encerrados y refrigerados mediante ventilador o a prueba de ignición de polvos cuya temperatura exterior máxima de plena carga cumpla lo establecido en la sección 500.8 (D) (2) en funcionamiento normal al aire libre (sin que se haya depositado una capa de polvo) y no deben tener aberturas externas.

Excepción: Si la autoridad con jurisdicción estima que la acumulación de polvo no conductor y no abrasivo va a ser moderada, y que las máquinas son fácilmente accesibles para su limpieza y mantenimiento rutinarios, se permitirá instalar los siguientes equipos:

(1) Máquinas normalizadas del tipo abierto sin contactos deslizantes, centrífugos ni otros tipos de mecanismos de interrupción (incluidos los dispositivos de protección contra sobre corrientes, sobrecargas o sobrecalentamientos), o dispositivos con resistencias integradas.

(2) Máquinas normalizadas del tipo abierto con dichos contactos, mecanismos de interrupción o dispositivos con resistencias, instalados dentro de envolventes herméticos al polvo sin ventilación u otras aberturas.

(3) Motores autolimpiadores tipo jaula de ardilla, para uso textil.

502.128 Tuberías de ventilación. Las tuberías de ventilación para motores, generadores u otras máquinas eléctricas rotativas o para envolventes *(enclosures)* de equipos eléctricos, deben ser metálicas, de un espesor no inferior a 0.53 mm (0.021 pulgadas), o de un material no combustible igualmente resistente, y deben cumplir con todas las condiciones siguientes:

(1) Conducir directamente a una fuente de aire limpio fuera del edificio.

(2) Tener rejillas en sus extremos exteriores para evitar la entrada de pájaros o de animales pequeños.

(3) Estar protegidos contra los daños físicos, oxidación u otras influencias corrosivas.

Las tuberías de ventilación deben cumplir además las condiciones de las secciones 502.128 (A) y (B).

(A) Clase II, División 1. En los lugares Clase II, División 1, las tuberías de ventilación, incluidas sus conexiones a los motores o a los envolventes *(enclosures)* a prueba de ignición de polvos para otros equipos, deben ser herméticos al polvo en toda su longitud. En las tuberías metálicas, las costuras y uniones deben cumplir con una de las siguientes condiciones:

(1) Estar remachadas y soldadas.

(2) Estar sujetas con pernos y soldadas.

(3) Estar soldados.

(4) Estar hecha a prueba de polvo por cualquier otro medio igualmente efectivo.

(B) Clase II, División 2. En los lugares Clase II, División 2, las tuberías de ventilación y sus conexiones deben ser suficientemente herméticos como para evitar la entrada de cantidades apreciables de polvo en los equipos o envolventes ventilados e impedir la salida de chispas, llamas o material encendido que pueda encender el polvo acumulado o los materiales combustibles que pueda haber a su alrededor. En las tuberías metálicas se permitirán costuras plegadas y uniones remachadas o soldadas; cuando sea necesaria alguna flexibilidad, como en la conexión con los motores, se permitirán juntas deslizantes con accesorios herméticos.

502.130 Luminarias. Las luminarias deben cumplir con las secciones 502.130 (A) y (B).

(A) Clase II, División 1. Las luminarias instaladas en lugares Clase II, División 1, para alumbrado fijo y portátil, deben cumplir con las secciones 502.130 (A) (1) hasta (A) (4).

(1) Luminarias. Cada luminaria debe estar identificada para lugares Clase II y debe estar marcada claramente para indicar el valor máximo en watts de la lámpara, para la cual está diseñada. En lugares donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio, bronce aluminio u otros metales de características peligrosas similares, las luminarias para alumbrado fijo o portátil y sus equipos auxiliares deben estar identificados para esos lugares específicos.

(2) Daños físicos. Cada luminaria debe estar protegida contra daños físicos, ya sea por su ubicación o mediante la utilización de la protección adecuada.

(3) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes deben estar suspendidas de vástagos de conduit metálico rígido roscado, de vástagos de conduit metálico intermedio de acero roscado, de cadenas con accesorios aprobados o por cualquier otro medio aprobado. Los vástagos rígidos de más de 300 mm (12 pulgadas) de longitud deben tener sujetadores permanentes y efectivos para evitar su desplazamiento lateral, a un nivel máximo de 300 mm (12 pulgadas) sobre el extremo inferior del vástago, o se debe permitir flexibilidad mediante un accesorio o conector flexible listado para ese lugar, ubicado a máximo 300 mm (12 pulgadas) del punto de unión a la caja de soporte o al accesorio.

Las juntas roscadas deben tener tornillos prisioneros u otro medio eficaz para evitar que se aflojen. Cuando el alambrado ubicado entre la caja o accesorio de salida y la luminaria colgante no esté encerrado en un conduit, se debe utilizar un cordón flexible listado para uso pesado e instalar sellos adecuados en el lugar por donde el cable entre en la luminaria y en la caja o accesorio de salida. El cordón flexible no se debe utilizar como el medio de soporte de la luminaria.

(4) Soportes. Las cajas, conjuntos de cajas o accesorios utilizados como soporte de las luminarias, deben estar identificados para lugares Clase II.

(B) Clase II, División 2. Las luminarias instaladas en lugares Clase II, División 2 deben cumplir con las secciones 502.130 (B) (1) hasta (B) (5).

(1) Equipos portátiles de alumbrado. Los equipos portátiles de alumbrado deben estar identificados para su uso en lugares Clase II y deben estar marcados claramente con el valor máximo, en watts, de las lámparas para las cuales están diseñados.

(2) Alumbrado fijo. Las luminarias para alumbrado fijo, cuando no son de un tipo aprobado para lugares Clase II, deben tener envolventes herméticos al polvo. Cada accesorio debe estar marcado claramente con el valor máximo, en watts, de la lámpara que se permitirá sin exceder una determinada temperatura en sus superficies expuestas y bajo condiciones normales de uso, de acuerdo con la sección 500.8 (D) (2).

(3) Daños físicos. Las luminarias para alumbrado fijo deben estar protegidas contra daños físicos bien sea gracias a su ubicación o por medio de protectores adecuados.

(4) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes deben estar suspendidas de vástagos de conduit metálico rígido roscado, de vástagos de conduit metálico intermedio de acero roscado, de cadenas con accesorios aprobados o por cualquier otro medio aprobado. Los vástagos rígidos de más de 300 mm (12 pulgadas) de longitud deben tener sujetadores permanentes y efectivos para evitar su desplazamiento lateral, a un nivel máximo de 300 mm (12 pulgadas) sobre el extremo inferior del vástago, o se debe permitir flexibilidad mediante un accesorio o conector flexible identificado para ese lugar, ubicado a máximo 300 mm (12 pulgadas) del punto de unión a la caja de soporte o al accesorio. Cuando el alambrado ubicado entre la caja o accesorio de salida y la luminaria colgante no esté encerrado en un conduit, se debe utilizar un cordón flexible listado para uso pesado. El cordón flexible no se debe utilizar como el medio de soporte de la luminaria.

(5) Lámparas de descarga eléctrica. Los equipos de encendido y control de las lámparas de descarga eléctrica deben cumplir los requisitos establecidos en la sección 502.120 (B).

502.135 Equipos de utilización.

(A) Clase II, División 1. Todos los equipos de utilización instalados en lugares Clase II, División 1 deben estar identificados para lugares Clase II. Cuando pueda haber polvos de magnesio, aluminio, bronce aluminio u otros metales de características peligrosas similares, estos equipos deben estar identificados para ese lugar específico.

(B) Clase II, División 2. Todos los equipos de utilización instalados en lugares Clase II, División 2 deben cumplir con las secciones 502.135 (B) (1) hasta (B) (4).

(1) Calentadores. Los equipos de utilización calentados eléctricamente deben estar identificados para lugares Clase II.

Excepción: Los equipos de paneles de calor radiante en envolventes metálicos deben ser herméticos al polvo y estar marcados según establece la sección 500.8 (C).

(2) Motores. Los motores de equipos de utilización accionados por motor deben cumplir lo establecido en la sección 502.125 (B).

(3) Interruptores, interruptores automáticos y fusibles. Los envolventes para interruptores, interruptores automáticos y fusibles, deben ser herméticos al polvo.

(4) Transformadores, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias. Los transformadores, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias deben cumplir lo establecido en la sección 502.120 (B).

502.140 Cordones flexibles en lugares Clase II, Divisiones 1 y 2. Los cordones flexibles utilizados en lugares Clase II deben cumplir con todas las condiciones siguientes:

(1) Ser de un tipo listado para uso extrapesado.

Excepción: Cordón flexible listado para uso pesado según lo permitido en las secciones 502.130 (A) (3) y (B) (4).

(2) Contener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra de equipos que cumpla lo establecido en la sección 400.23.

(3) Estar conectados a los terminales o conductores de alimentación de una manera aprobada.

(4) Estar sostenidos por abrazaderas u otro medio adecuado que evite la tensión mecánica en las conexiones de los terminales.

(5) Estar equipados con sellos adecuados que eviten la entrada de polvo por donde el cordón flexible entre en las cajas o accesorios que se exige que sean a prueba de ignición de polvos.

502.145 Receptáculos y clavijas de conexión.

(A) Clase II, División 1. En lugares Clase II, División 1, los receptáculos y clavijas de conexión deben ser de un tipo que proporcione la conexión al conductor de puesta a tierra de equipos del cordón flexible y deben estar identificados para lugares Clase II.

(B) Clase II, División 2. En los lugares Clase II, División 2, los receptáculos y clavijas de conexión deben ser de un tipo que proporcione la conexión al conductor de puesta a tierra de equipos del cordón flexible y deben estar diseñados de modo que la conexión al circuito de alimentación no se pueda establecer o interrumpir mientras las partes vivas están expuestas.

502.150 Sistemas de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto; medidores, instrumentos y relés.

> **NOTA**: Para las normas sobre instalación de los circuitos de comunicaciones, véase el Artículo 800.

(A) Clase II, División 1. Los equipos de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto, medidores, instrumentos y relés, instalados en lugares Clase II, División 1, deben cumplir con las secciones 502.150 (A) (1) hasta (A) (5).

(1) Contactos. Los interruptores, interruptores automáticos, relés, contactores, fusibles y contactos de interrupción de corriente para campanas, campanas, bocinas, sirenas y otros dispositivos que puedan producir chispas o arcos, deben estar dentro de envolventes identificados para lugares Clase II.

> *Excepción: Cuando los contactos de interrupción de corriente estén sumergidos en aceite o cuando la interrupción de la corriente se produzca dentro de una cámara sellada contra la entrada de polvo, se permitirá que los envolventes sean del tipo de propósito general.*

(2) Resistencias y equipos similares. Las resistencias, transformadores, bobinas de choque, rectificadores, tubos termoiónicos y otros equipos generadores de calor deben estar dentro de envolventes identificados para lugares Clase II.

> *Excepción: Cuando las resistencias o equipos similares estén sumergidos en aceite o encerrados en una cámara sellada contra la entrada de polvo, se permitirá que los envolventes sean del tipo de propósito general.*

(3) Maquinaria rotativa. Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotativas deben cumplir lo establecido en la sección 502.125 (A).

(4) Polvos combustibles y eléctricamente conductores. Cuando los polvos sean de naturaleza combustible y eléctricamente conductores, todos los equipos y el alambrado deben estar identificados para lugares Clase II.

(5) Polvos metálicos. En lugares donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio, bronce aluminio u otros metales de características peligrosas similares, todos los aparatos y equipos deben estar identificados para esas condiciones específicas.

(B) Clase II, División 2. Los sistemas de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto, medidores, instrumentos y relés, instalados en lugares Clase II División 2, deben cumplir con las secciones 502.150 (B) (1) hasta (B) (4).

(1) Contactos. Los contactos deben cumplir con la sección 502.150 (A) (1) o los contactos deben estar en envolventes metálicos herméticos diseñados para reducir al mínimo la entrada de polvo y deben tener cubiertas telescópicas o de ajuste hermético, no deben tener aberturas a través de las cuales, después de la instalación, puedan escapar chispas o material encendido, o se deben instalar en envolventes herméticos al polvo. A partir de enero 1 de 2011, sólo se permitirán envolventes herméticos al polvo.

> *Excepción: En circuitos no incendiarios se permitirá que los envolventes sean del*

tipo de propósito general.

(2) Transformadores y equipos similares. Los devanados y las conexiones terminales de los transformadores, bobinas de choque y equipos similares deben cumplir con la sección 502.120 (B) (2).

(3) Resistencias y equipos similares. Las resistencias, dispositivos con resistencias, tubos termoiónicos, rectificadores y equipos similares deben cumplir con la sección 502.120 (B) (3).

(4) Maquinaria rotativa. Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotativas deben cumplir lo establecido en la sección 502.125 (B).

ARTÍCULO 503
Lugares Clase III

I. Generalidades

503.1 Alcance. El Artículo 503 trata de los requisitos para el equipo eléctrico y electrónico y para el alambrado, para todas las tensiones en lugares Clase III, División 1 y 2 donde puedan existir riesgos de incendio o explosión debido a fibras/partículas inflamables.

503.5 Generalidades. Los equipos instalados en lugares Clase III deben ser capaces de funcionar a su pleno valor nominal sin desarrollar temperaturas en su superficie suficientemente altas como para causar una deshidratación excesiva o la carbonización gradual de las fibras/partículas acumuladas.

La materia orgánica carbonizada o excesivamente seca es muy susceptible a la ignición espontánea. Las temperaturas superficiales máximas de los equipos en las condiciones de operación no deben exceder los 165° C (329° F) para equipos que no están expuestos a sobrecargas y 120° C (248° F) para equipos que se puedan sobrecargar (tales como motores o transformadores de potencia).

> **NOTA**: Para camiones montacargas eléctricos, véase la norma Fire Safety Standard for Powered Industrial Trucks Including Type Designations, Areas of Use, Conversions, Maintenance, and Operation, NFPA 505-2006.

II. Alambrado

503.10 Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con las secciones 503.10(A) o (B).

(A) Clase III, División 1. En los lugares Clase III, División 1, el método de alambrado debe ser conduit metálico rígido, conduit rígido no metálico, conduit metálico intermedio, tubería eléctrica metálica, canalizaciones herméticas al polvo o cables del tipo MC o MI con accesorios terminales listados.

(1) Cajas y accesorios. Todas las cajas y accesorios deben ser herméticos al polvo.

(2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario utilizar conexiones flexibles, se deben usar conectores flexibles herméticos al polvo, conduit metálico flexible hermético a los líquidos con sus accesorios listados, conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con sus accesorios listados, o cordones flexibles de conformidad con la sección 503.140.

> **NOTA**: Para los requisitos de puesta a tierra cuando se emplea conduit flexible, véase la sección 503.30 (B).

(3) Alambrado de campo no incendiario. Se permitirá el alambrado de campo no incendiario con cualquiera de los métodos de alambrado permitidos para lugares no clasificados. Los sistemas de alambrado de campo no incendiario se deben instalar de acuerdo con los planos de control. Los aparatos sencillos, que no se muestran en los planos de control se permitirán en un circuito de alambrado de campo no incendiario siempre que el aparato sencillo no interconecte el circuito de alambrado de campo no incendiario con ningún otro circuito.

> **NOTA**: El aparato sencillo se define en la sección 504.2.

Los circuitos separados de alambrado de campo no incendiario se deben instalar de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

(1) En cables separados.

(2) En cables con multiconductores, donde los conductores de cada circuito están dentro de blindaje metálico puesto a tierra.

(3) En cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito tienen aislamiento con un espesor mínimo de 0.25 mm (0.01 pulgadas).

(B) Clase III, División 2. En los lugares Clase III, División 2, el método de alambrado debe cumplir con la sección 503.10 (A).

Excepción: En secciones, áreas o compartimientos utilizados únicamente para almacenamiento y que no contengan maquinaria, se permitirá alambrado abierto sobre aisladores siempre que sea instalado de acuerdo con el Artículo 398, pero sólo con la condición de que se brinde la protección exigida en la sección 398.15(C) cuando los conductores no vayan por espacios del techo y estén fuera del alcance de fuentes que puedan dar lugar a daños físicos.

503.25 Partes expuestas sin aislar en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. No debe haber partes expuestas no aisladas tales como conductores eléctricos, barras conductoras, terminales o componentes que funcionen a más de 30 voltios (15 voltios en lugares mojados). Estas partes se deben proteger además con una técnica de protección de acuerdo con las secciones 500.7 (E), (F) o (G) que sea adecuada para el lugar.

Excepción: Lo especificado en la sección 503.155.

503.30 Puesta a tierra y unión en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. El alambrado y el equipo en lugares Clase III, División 1 y 2 deben estar puestos a tierra según se especifica en el Artículo 250 y de acuerdo con los requisitos adicionales de las secciones 503.30 (A) y (B).

(A) Unión. No se debe depender de tipos de contacto como adaptadors con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de uniones, sino que se deben usar puentes para unión con los accesorios adecuados, u otros medios aprobados de unión. Estos medios para unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envolventes, etc., que intervienen entre los lugares Clase III y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o punto de puesta a tierra de un sistema derivado separadamente.

Excepción: Los medios específicos para unión sólo se exigirán hasta el punto más cercano donde el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor del electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado de la línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, tal como se especifica en la sección 250.32 (B), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito ramal esté ubicada en el lado de la carga del medio de desconexión.

NOTA: Para requisitos adicionales de las uniones en lugares (clasificados como) peligrosos, véase la sección 250.100.

(B) Tipos de conductores para puesta a tierra de equipos. No se deben usar los conduits metálicos flexibles herméticos a los líquidos como la única trayectoria de la corriente de falla a tierra. Cuando se instalan puentes de unión, deben cumplir con la sección 250.102.

Excepción: En lugares Clase III, Divisiones 1 y 2, se permitirá eliminar el puente de unión equipotencial si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) Se usa conduit metálico flexible listado hermético a los líquidos de 1.8 m (6 pies) o menos de longitud, con los accesorios listados para puesta a tierra.

(2) La protección contra sobrecorriente en el circuito está limitada a 10 amperios o menos.

(3) La carga no es una carga de utilización de potencia.

III. Equipo

503.100 Transformadores y condensadores en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. Los transformadores y condensadores deben cumplir lo establecido en la sección 502.100 (B).

503.115 Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles, incluidos los pulsadores, relés y dispositivos similares instalados en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2, deben estar dentro de envolventes herméticos al polvo.

503.120 Resistencias y transformadores de control en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. Los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias utilizadas como equipo de control, o junto con éste, para motores, generadores y electrodomésticos, deben estar en envolventes herméticos al polvo y deben cumplir las limitaciones de temperatura de la sección 503.5.

503.125 Motores y generadores en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotativas instaladas en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2, deben estar encerrados completamente y sin ventilación, encerrados completamente y ventilados mediante tuberías o encerrados completamente y refrigerados por ventilador.

Excepción: En lugares donde, a juicio de la autoridad con jurisdicción, es probable que la acumulación de pelusa o partículas sea solamente moderada sobre las máquinas eléctricas rotativas o en cercanías de ellas, y en donde estas máquinas son de fácil acceso para su limpieza y mantenimiento rutinarios, se permitirá uno de los siguientes:

(1) Motores autolimpiadores tipo jaula de ardilla, para uso en textiles.

(2) Máquinas normalizadas tipo abierto sin contactos deslizantes ni mecanismos de interrupción centrífugos ni de otros tipos, incluidos dispositivos de protección contra sobrecarga del motor.

(3) Máquinas normalizadas tipo abierto con contactos deslizantes,

mecanismos de interrupción o dispositivos de resistencia, instalados dentro de envolventes herméticos, sin ventilación ni otras aberturas.

503.128 Tuberías de ventilación en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. Las tuberías de ventilación para motores, generadores u otras máquinas eléctricas rotativas o para envolventes *(enclosure)* de equipos eléctricos, deben ser metálicos, de un espesor no inferior a 0.53 mm (0.021 pulgadas), o de un material no combustible igualmente resistente, y deben cumplir las condiciones siguientes:

(1) Conducir directamente a una fuente de aire limpio fuera del edificio.

(2) Tener rejillas en sus extremos exteriores para evitar la entrada de pájaros o de animales pequeños.

(3) Estar protegidos contra daños físicos, oxidación u otras influencias corrosivas.

Las tuberías de ventilación, incluidas sus conexiones, deben ser suficientemente herméticas para impedir la entrada de cantidades apreciables de fibras/partículas en los equipos o envolventes ventilados y para evitar la salida de chispas, llamas o material encendido que pueda encender las fibras/partículas acumuladas o los materiales combustibles en las cercanías. Para las tuberías metálicas se permitirán costuras enclavadas y uniones remachadas o con soldadura de fusión superficial. Cuando sea necesaria cierta flexibilidad, como en la conexión con los motores, se permitirán juntas deslizantes con accesorios herméticos.

503.130 Luminarias en lugares Clase III Divisiones 1 y 2.

(A) Alumbrado fijo. Las luminarias para alumbrado fijo deben tener envolventes para las lámparas y portalámparas, diseñados para reducir al mínimo la entrada de fibras/partículas y la salida de chispas, materiales encendidos o metal caliente. Cada luminaria debe estar marcada claramente con el valor máximo permitido, en watts, de la lámpara, sin exceder una temperatura de las superficies expuestas de 165° C (329° F), bajo condiciones de uso normales.

(B) Daños físicos. Una luminaria que pueda estar expuesta a daños físicos se debe proteger mediante un dispositivo adecuado.

(C) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes deben estar suspendidas por vástagos de conduit metálico rígido roscado, conduit metálico intermedio roscado, tubería metálica roscada de espesor equivalente o por cadenas con accesorios aprobados. Los vástagos de más de 300 mm (12 pulgadas) de longitud deben tener sujetadores permanentes y efectivas para evitar su desplazamiento lateral, a un nivel máximo de 300 mm (12 pulgadas) sobre el extremo inferior del vástago, o se debe permitir flexibilidad mediante un accesorio o conector flexible identificado, ubicado a máximo 300 mm (12 pulgadas) del punto de unión a la caja de soporte o al accesorio.

(D) Equipo portátil de alumbrado. Los equipos portátiles de alumbrado deben estar equipados con agarraderas y resguardados con protectores fuertes. Los portalámparas deben ser del tipo sin interruptor y sin receptáculo incorporado. No deben haber partes metálicas portadoras de corriente expuestas y todas las partes metálicas no portadoras de corriente expuestas deben estar puestas a tierra. En todos los demás aspectos, el equipo portátil de alumbrado debe cumplir con la sección 503.130 (A).

503.135 Equipo de utilización en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2.

(A) Calentadores. Los equipos de utilización calentados eléctricamente deben estar identificados para lugares Clase III.

(B) Motores. Los motores o equipos de utilización accionados por motor deben cumplir lo establecido en la sección 503.125.

(C) Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles. Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles deben cumplir lo establecido en la sección 503.115.

503.140 Cordones flexibles en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. Los cordones flexibles utilizados deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) Ser de un tipo listado para uso extrapesado.

(2) Contener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra de equipos que cumpla lo establecido en la sección 400.23.

(3) Estar conectados a los terminales o conductores de alimentación de una manera aprobada.

(4) Estar sostenidos por abrazaderas u otro medio adecuado de una manera que evite la tensión mecánica en las conexiones de los terminales.

(5) Estar equipados con un medio adecuado para impedir la entrada de fibras/partículas por donde el cable o cordón entre en las cajas o accesorios.

503.145 Receptáculos y clavijas de conexión en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. Los receptáculos y clavijas de conexión deben ser del tipo de puesta a tierra y deben estar diseñados para reducir al mínimo la acumulación o entrada de fibras/partículas y evitar la salida de chispas o partículas fundidas.

> *Excepción: En lugares donde, a juicio de la autoridad con jurisdicción, es probable que la acumulación de pelusa o partículas sea solamente moderada cerca de un receptáculo, y en donde este receptáculo es de fácil acceso para su limpieza y mantenimiento rutinarios, se permitirá un receptáculo del tipo de puesta a tierra de propósito general, instalado de manera que se reduzca al mínimo la entrada de fibras/partículas.*

503.150 Sistemas de señalización, alarma, control remoto e intercomunicación local por altavoces en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. Los sistemas de señalización, alarma, control remoto e intercomunicación local por altoparlantes deben cumplir los requisitos del Artículo 503 en cuanto a métodos de alambrado, interruptores, transformadores, resistencias, motores, luminarias y componentes relacionados.

503.155 Grúas, montacargas eléctricos y equipos similares en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. Cuando las grúas móviles y montacargas para la manipulación de materiales, las limpiadoras móviles para maquinaria textil y equipos similares estén instalados para operar sobre fibras combustibles o acumulación de partículas, deben cumplir con las secciones 503.155 (A) hasta (D).

(A) Fuente de alimentación. La fuente de alimentación a los conductores de contacto debe estar eléctricamente separada de todos los demás sistemas, no puesta a tierra, y estar equipada con un detector aceptable de falla a tierra que emita una alarma y desenergice automáticamente los conductores de contacto en caso de una falla a tierra o produzca una alarma visual y sonora mientras haya suministro de potencia a los conductores de contacto y permanezca la falla a tierra.

(B) Conductores de contacto. Los conductores de contacto deben estar ubicados y protegidos de modo que sean inaccesibles a personas no autorizadas y se deben proteger contra el contacto accidental con objetos extraños.

(C) Colectores de corriente. Los colectores de corriente deben estar dispuestos o protegidos de modo que se confine la producción normal de chispas y se impida la salida de éstas o de partículas calientes. Para reducir la producción de chispas, cada conductor de contacto debe estar dotado de dos o más superficies de contacto separadas. Debe haber medios confiables para que los conductores de contacto y colectores de corriente se mantengan libres de acumulación de pelusas o partículas transportadas en el aire.

(D) Equipo de control. El equipo de control debe cumplir lo establecido en las secciones 503.115 y 503.120.

503.160 Equipo de carga de baterías de acumuladores en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. El equipo de carga de las baterías deben estar ubicados en cuartos separados construidos o recubiertos con una capa considerable de material no combustible. Los cuartos deben estar construidos para evitar la entrada de cantidades combustibles de pelusas o partículas transportadas en el aire, y deben estar bien ventilados.

ARTÍCULO 504
Sistemas intrínsecamente seguros

504.1 Alcance. Este Artículo trata sobre la instalación de aparatos, sistemas y alambrados intrínsecamente seguros (I.S.) para lugares Clase I, II y III.

> **NOTA**: Para mayor información, véase la norma Wiring Methods for Hazardous (Classified) Locations Instrumentation - Part I: Intrinsic Safety, ANSI/ISA RP 12.06.01-2003.

504.2 Definiciones.

Aparato asociado. Aparato cuyos circuitos no son necesariamente intrínsecamente seguros, pero que afectan la energía en los circuitos intrínsecamente seguros y se depende de ellos para mantener la seguridad intrínseca. Los equipos asociados pueden ser:

(1) Aparatos eléctricos con una protección de tipo alternativo, para uso apropiado en los lugares (clasificados como) peligrosos adecuados.

(2) Aparatos eléctricos no protegidos de manera que no se deben usar en un lugar (clasificado como) peligroso.

> **NOTA** No. 1: Un aparato asociado tiene conexiones identificadas intrínsecamente seguras para aparatos intrínsecamente seguros y también puede tener conexiones para aparatos que no sean intrínsecamente seguros.
>
> **NOTA** No. 2: Un ejemplo de aparato asociado es una barrera intrínsecamente segura, que consiste en una red diseñada para limitar la energía (tensión y corriente) disponible para el circuito protegido en el lugar (clasificado como) peligroso en condiciones específicas de falla.

Aparato intrínsecamente seguro *(Intrinsically Safe Apparatus)*. Aparato en el que todos los circuitos son intrínsecamente seguros.

Aparato sencillo *(Simple Apparatus)*. Componente eléctrico o combinación de componentes de construcción sencilla con parámetros eléctricos bien definidos que no genera más de 1.5 voltios, 100 miliamperios y 25 miliwatts, o un componente pasivo que no disipa más de 1.3 watts y es compatible con la seguridad intrínseca del circuito en el cual se utiliza.

> **NOTA**: Los siguientes aparatos son ejemplos de aparatos sencillos:
>
> (a) Componentes pasivos, por ejemplo, interruptores, cajas de empalme, dispositivos resistivos de temperatura y dispositivos semiconductores sencillos como los LED.
>
> (b) Fuentes de energía almacenada que constan de componentes sencillos en circuitos sencillos con parámetros bien definidos, por ejemplo, condensadores o inductancias, cuyos valores se consideran al determinar la seguridad global del

sistema.

(c) Fuentes de energía generada, por ejemplo, termopares y fotoceldas, que no generan más de 1.5 V, 100 mA y 25 mW.

Circuito intrínsecamente seguro. Circuito en el que cualquier chispa o efecto térmico producido no es capaz de causar la ignición de una mezcla de material combustible o inflamable en el aire, en condiciones de ensayo determinadas.

NOTA: Las condiciones de ensayo se describen en la publicación Standard for Safety, Intrinsically Safe Apparatus and Associated Apparatus for Use in Class I, II and III, Division I, Hazardous (Classified) Locations, ANSI/UL 913-1997.

Circuitos intrínsecamente seguros diferentes. Circuitos intrínsecamente seguros en los que las posibles interconexiones no se han evaluado ni identificado como intrínsecamente seguras.

Plano de control. Véase la definición en la sección 500.2.

Sistema intrínsecamente seguro. Ensamble de equipos intrínsecamente seguros interconectados, aparatos asociados y cables de interconexión en el cual las partes del sistema que se puedan utilizar en lugares (clasificados como) peligrosos son circuitos intrínsecamente seguros.

NOTA: Un sistema intrínsecamente seguro puede incluir más de un circuito intrínsecamente seguro.

504.3 Aplicación de otros Artículos. Todo los Artículos aplicables de este Código se deben aplicar, excepto lo modificado en este Artículo.

504.4 Equipo. Todos los aparatos intrínsecamente seguros y aparatos asociados deben estar listados.

Excepción: No se exigirá que estén listados los aparatos sencillos tal como se describen en los planos de control.

504.10 Instalación de los equipos.

(A) Planos de control. Los aparatos intrínsecamente seguros, aparatos asociados y otros equipos, se deben instalar de acuerdo con el(los) plano(s) de control.

Excepción: Los aparatos sencillos que no interconecten circuitos intrínsecamente seguros.

NOTA No. 1: La identificación del plano de control está marcado en el aparato.

NOTA No. 2: Aparatos asociados con un valor Um marcado de menos de 250 voltios pueden requerir de protección adicional contra sobretensión en las entradas para limitar las posibles tensiones de falla hasta un valor inferior al Um marcado en el producto.

(B) Ubicación. Se permitirá instalar aparatos intrínsecamente seguros en cualquier lugar (clasificado como) peligroso para el cual hayan sido identificados. Se permitirá instalar aparatos intrínsecamente seguros en envolventes de propósito general.

Se permitirá instalar aparatos asociados en cualquier lugar (clasificado como) peligroso para el que haya sido identificado, o si está protegido por otro medio permitido por los Artículos 501 a 503 y 505.

Se permitirá instalar aparatos sencillos en cualquier lugar (clasificado como) peligroso en el cual la temperatura máxima superficial del aparato sencillo no exceda la temperatura de ignición de los gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvos combustibles, o fibras/partículas inflamables que estén presentes.

Para aparatos sencillos, la temperatura máxima superficial se puede determinar a partir de los valores de la potencia de salida del aparato asociado o del aparato al cual está conectado para obtener la clase de temperatura. La clase de temperatura se puede determinar mediante:

(1) Referencia a la Tabla 504.10 (B).

(2) Cálculo usando la fórmula:

$$T = P_o R_{th} + T_{amb}$$

Donde:

T es la temperatura superficial

P_o es la potencia de salida marcada en el aparato asociado o el aparato intrínsecamente seguro.

Rth es la resistencia térmica del aparato sencillo.

Tamb es la temperatura ambiente (normalmente 40º C) y la Tabla 500.8(C) de referencia.

Además, los componentes con un área superficial menor que 10 cm2 (excluyendo las puntas de conductores) se pueden clasificar como T5 si su temperatura superficial no excede de 150º C.

Tabla 504.10 (B). Evaluación para la clasificación T4 de acuerdo con el tamaño y la temperatura del componente

Área superficial total, excluyendo puntas de conductores	Requisito para la clasificación T4 (con base en la temperatura ambiente de 40°C)
<20 mm^2	Temperatura superficial <275°C
>20 mm^2 <10 cm^2	Temperatura superficial <200°C
>20 mm^2	Potencia que no excede 1.3 W *

* Reducir hasta 1.2 W con temperatura ambiente de 60º C o hasta 1.0 W con temperatura ambiente de 80º C

NOTA: Los siguientes aparatos son ejemplos de aparatos sencillos:

(1) Componentes pasivos, por ejemplo, interruptores, cajas de empalme, dispositivos resistivos de temperatura y dispositivos semiconductores sencillos como los LED.

(2) Fuentes de energía generada, por ejemplo, termopares y fotoceldas, que no generan más de 1.5 voltios, 100 mA y 25 mW.

504.20 Métodos de alambrado. Se permitirá instalar aparatos intrínsecamente seguros con cualquiera de los métodos de alambrado adecuados para lugares no clasificados, incluidos los descritos en los Capítulos 7 y 8. El sellado debe ser como se indica en la sección 504.70, y la separación debe ser como se indica en la sección 504.30.

504.30 Separación de los conductores intrínsecamente seguros.

(A) De los conductores de circuitos no intrínsecamente seguros.

(1) En canalizaciones, bandejas portacables y cables. Los conductores de los circuitos intrínsecamente seguros no se deben instalar en canalizaciones, bandejas portacables o cables con conductores que no sean de circuitos intrínsecamente seguros.

Excepción No. 1: Cuando los conductores de circuitos intrínsecamente seguros estén separados de los conductores de los circuitos no intrínsecamente seguros por una distancia mínima de 50 mm (2 pulgadas) y asegurados, o por una división metálica puesta a tierra o una división aislante aprobada.

NOTA: Se consideran generalmente aceptables las divisiones de lámina metálica calibre No. 20 de 0.91 mm (0.0359 pulgadas) de espesor.

Excepción No. 2: Cuando: (1) todos los conductores del circuito intrínsecamente seguro o (2) todos los conductores del circuito no intrínsecamente seguro, estén en cables con revestimiento metálico o con blindaje metálico puesto a tierra, donde el recubrimiento o blindaje tiene la capacidad para transportar la corriente de falla a tierra.

NOTA: Se consideran como casos típicos aceptables los cables que cumplan los requisitos de los Artículos 330 y 332.

Excepción No. 3: Se permitirá instalar circuitos intrínsecamente seguros en lugares de División 2 o Zona 2 en una canalización, bandeja portacables o cable junto con circuitos de alambrado de campo no incendiarios, si se instalan de acuerdo con la sección 504.30 (B).

Excepción No. 4: Se permitirá instalar circuitos intrínsecamente seguros que pasen a través de un lugar de División 2 o Zona 2 para alimentar un aparato ubicado en un lugar de División 1, Zona 0 Zona 1 en una canalización, bandeja portacables o cable junto con circuitos de alambrado de campo no incendiarios, si se instalan de acuerdo con la sección 504.30 (B).

NOTA: Los circuitos de alambrado de campo no incendiarios se describen en las secciones 501.10 (B) (3), 502.10 (B) (3), 503.10 (B) (3), 505.15 (C) (1) (g) y 506.15 (C) (7).

(2) Dentro de envolventes *(enclosures)*. Los conductores de los circuitos intrínsecamente seguros deben estar separados de los conductores de los circuitos que no son intrínsecamente seguros por uno de los siguientes medios:

(1) Separación mínima de 50 mm (2 pulgadas) de los conductores de cualquier circuito no intrínsecamente seguro.

(2) Separación de los conductores de los circuitos no intrínsecamente seguros mediante una división metálica puesto a tierra de 0.91 mm (0.0359 pulgadas) de espesor o más.

(3) Separación de los conductores de los circuitos no intrínsecamente seguros mediante una división aislante aprobada.

(4) Cuando: (1) todos los conductores del circuito intrínsecamente seguro o (2) todos los conductores del circuito no intrínsecamente seguro, estén en cables con revestimiento metálico o con blindaje metálico puesto a tierra, donde el recubrimiento o blindaje tiene la capacidad para transportar la corriente de falla a tierra.

NOTA: Se consideran como casos típicos aceptables los cables que cumplan los requisitos de los Artículos 330 y 332.

(5) Todos los conductores deben estar asegurados de modo que cualquier conductor que pudiera soltarse de su terminal no pueda entrar en contacto con otro terminal.

NOTA No. 1: Un método típico para cumplir con este requisito es el uso de compartimientos de alambrado separados para los terminales de los circuitos intrínsecamente seguros y los no intrínsecamente seguros.

NOTA No. 2: Para asegurar la separación necesaria del alambrado se pueden utilizar barreras físicas, tales como divisiones metálicas puestas a tierra aprobadas, divisiones aislantes aprobadas o ductos de alambrado de acceso restringido aprobados, separados de otros ductos por un mínimo de 19 mm (¾ de pulgada).

(3) Otros (que no estén en sistemas de canalizaciones o bandejas portacables). Los conductores y cables de circuitos intrínsecamente seguros que no estén en canalizaciones o bandejas portacables, deben estar sujetos y separados 50 mm (2 pulgadas) como mínimo de los conductores y cables de cualquier circuito no intrínsecamente seguro.

Excepción: Donde (1) todos los conductores del circuito intrínsecamente seguro estén en cables del tipo MI o MC, o (2) todos los conductores del circuito no intrínsecamente seguro estén instalados en canalizaciones o en cables del tipo MI o MC cuya chaqueta o blindaje sea capaz de transportar la corriente de falla a

tierra.

(B) De conductores de circuitos intrínsecamente seguros diferentes. Los circuitos intrínsecamente seguros diferentes deben estar en cables separados o deben estar separados entre sí por alguno de los siguientes medios:

(1) Los conductores de cada circuito están dentro de un blindaje metálico puesto a tierra.

(2) Los conductores de cada circuito tienen un aislamiento con un espesor mínimo de 0.25 mm (0.01 pulgada).

Excepción: A menos que estén identificados de otra manera.

(3) La distancia entre dos terminales para la conexión del alambrado de campo de circuitos intrínsecamente seguros diferentes debe ser de 6 mm (0.25 pulgadas) como mínimo, a menos que el plano de control permita reducir esta distancia.

504.50 Puesta a tierra.

(A) Aparatos, gabinetes y canalizaciones intrínsecamente seguros. Se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos los aparatos, los gebinetes y las canalizaciones intrínsecamente seguros, si son metálicos.

NOTA: Además de la conexión a un conductor de puesta a tierra de equipos puede ser necesario hacer una conexión a un electrodo de puesta a tierra para algunos aparatos asociados, por ejemplo las barreras de diodos zener, si lo especifica así el plano de control. Véase la publicación Wiring Methods for Hazardous (Classified) Locations Instrumentation - Part I: Intrinsic Safety, ANSI/ISA-RP 12.06.01-2003.

(B) Aparatos asociados y blindajes de los cables. Los aparatos asociados y los blindajes de los cables se deben poner a tierra de acuerdo con el plano de control exigido. Véase la sección 504.10 (A).

NOTA: Puede ser necesario hacer una(s) conexión(es) complementaria(s) a un electrodo de puesta a tierra para algunos aparatos asociados, por ejemplo las barreras de diodos zener, si lo especifica así el plano de control. Véase la publicación Wiring Methods for Hazardous (Classified) Locations Instrumentation - Part I: Intrinsic Safety, ANSI/ISA RP 12.06.01-2003.

(C) Conexión a los electrodos de puesta a tierra. Cuando se exija la conexión a un electrodo de puesta a tierra, este electrodo de puesta a tierra debe cumplir lo especificado en la sección 250.52 (A) (1), (A) (2), (A) (3) y (A) (4) y lo establecido en la sección 250.30 (A) (7). No se deben usar las secciones 250.52 (A) (5), (A) (7) y (A) (8) si están disponibles cualquiera de los electrodos especificados en las secciones 250.52 (A) (1), (A) (2), (A) (3) o (A) (4).

504.60 Unión.

(A) Lugares peligrosos. En los lugares (clasificados como) peligrosos, los aparatos intrínsecamente

seguros se deben unir en los lugares (clasificados como) peligrosos de acuerdo con la sección 250.100.

(B) Lugares no clasificados. En los lugares no clasificados, cuando se utilicen canalizaciones metálicas para el sistema de alambrado intrínsecamente seguro en lugares (clasificados como) peligrosos, los aparatos asociados deben unirse de acuerdo con las secciones 501.30 (A), 502.30 (A), 503.30 (A), 505.25 ó 506.25 según sea aplicable.

504.70 Sellado. Los conduits y cables que se exige que estén sellados, de acuerdo con las secciones 501.15, 502.15, 505.16 y 506.16 deben ser sellados para reducir al mínimo el paso de gases, polvos o vapor. No se exigirá que dicho sellado sea a prueba de explosión o a prueba de llama, pero deben estar identificados para el propósito de reducir al mínimo el paso de gases, polvos o vapor en condiciones de funcionamiento normal y deben ser accesibles.

Excepción: No se exigirán sellos para envolventes que contengan únicamente aparatos intrínsecamente seguros, excepto lo que exige la sección 501.15 (F) (3).

504.80 Identificación. Las etiquetas que se exigen en esta sección deben ser adecuadas para el ambiente en el que están instaladas, teniendo en cuenta su exposición a los productos químicos y a la luz solar.

(A) Terminales. Los circuitos intrínsecamente seguros se deben identificar en los terminales y empalmes de modo que se evite la interferencia accidental con los circuitos durante las pruebas y los servicios.

(B) Alambrado. Las canalizaciones, bandejas portacables y otros métodos de alambrado para sistemas intrínsecamente seguros se deben identificar mediante etiquetas fijadas permanentemente que lleven la inscripción "Alambrado intrínsecamente seguro", o equivalente. Las etiquetas deben estar ubicadas de modo que queden visibles después de la instalación y localizados de tal manera que se puedan seguir fácilmente a todo lo largo de la instalación. Las etiquetas de los circuitos intrínsecamente seguros deben aparecer en cada sección del sistema de alambrado que esté separado por envolventes, paredes, divisiones o pisos. El espacio entre etiquetas no debe ser mayor a 7.5 m (25 pies).

Excepción: Se permitirá identificar los circuitos subterráneos en donde sean accesibles después de salir de la tierra.

NOTA No.1: Los métodos de alambrado permitidos en lugares no clasificados se pueden usar en los sistemas intrínsecamente seguros ubicados en lugares (clasificados como) peligrosos. Sin las etiquetas que identifiquen la aplicación de este alambrado, la autoridad con jurisdicción no podrá determinar si una instalación cumple los requisitos de este Código.

NOTA No. 2: En lugares no clasificados es necesario identificar los circuitos para asegurar que en un futuro el alambrado no intrínsecamente seguro no se añadirá involuntariamente a canalizaciones existentes.

(C) Códigos de colores. Se permitirá utilizar códigos de colores para identificar los conductores intrínsecamente seguros cuando son de color azul claro y no haya otros conductores de color azul claro. Del mismo modo, se permitirá identificar con color azul claro las canalizaciones, bandejas portacables y cajas de empalme que contienen únicamente alambrado intrínsecamente seguro.

ARTÍCULO 505
Lugares Clase I, Zonas 0, 1 y 2

NOTA: Las reglas que están seguidas de una referencia entre corchetes contienen texto que ha sido tomado de los documentos NFPA 497-2004, Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas. Sólo se hicieron cambios editoriales en el texto tomado con el fin de que fuera consistente con este Código.

505.1 Alcance. Este artículo trata sobre los requisitos para el sistema de clasificación por zonas, como una alternativa al sistema de clasificación por divisiones tratado en el Artículo 500, para equipo eléctrico y electrónico y el alambrado para todas las tensiones en lugares (clasificados como) peligrosos de Clase I, Zonas 0, Zona 1 y Zona 2, en donde puede existir peligro de incendio o explosión debido a la presencia de gases, vapores o líquidos inflamables.

NOTA: Véanse los Artículos 500 a 504 con respecto a los requisitos para el equipo eléctrico y electrónico y para el alambrado para todas las tensiones en lugares (clasificados como) peligrosos de Clase I, Divisiones 1 o 2, Clase II, Divisiones 1 o 2 y Clase III, Divisiones 1 o 2, en donde puede existir peligro de incendio o explosión debido a la presencia de gases, vapores o líquidos inflamables, polvos o fibras combustibles.

505.2 Definiciones. Para los propósitos de este artículo se aplican las siguientes definiciones.

A prueba de llama "d". Tipo de protección en el cual el gabinete soportará sin sufrir daño y sin causar ignición, una explosión interna de una mezcla inflamable que ha penetrado a su interior a través de cualquier junta o abertura estructural en el envolvente, de una atmósfera explosiva externa compuesta de uno o más gases o vapores para los cuales se ha diseñado.

NOTA: Para mayor información véanse las normas ANSI/ISA-60079-1 (12.22.01)-2005 Electrical Apparatus for use in Class I, Zone 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations, Type of Protection - Flameproof "d" y ANSI/UL 60079-1, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 1: Flameproof Enclosures "d".

Encapsulación "m". Tipo de protección en el cual las partes eléctricas que podrían encender una atmósfera explosiva, tanto por chispa como por calentamiento, están encerradas en un compuesto, de manera que esta atmósfera explosiva no se pueda encender.

NOTA No. 1: Para mayor información, véase la norma Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations, Type of Protection-Encapsulation "m", ANSI/ISA-60079-18 (12.23.01)-2005; Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 18: Encapsulation "m", IEC 60079-18-1992 y Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 18: Encapsulation "m", ANSI/UL 60079-18.

NOTA No. 2: La encapsulación se designa como tipo de protección "ma" para uso en lugares de Zona 0. La encapsulación se designa como tipo de protección "m" o "mb" para uso en lugares de Zona 1.

Equipo eléctrico y electrónico. Materiales, accesorios, dispositivos, electrodomésticos y similares que forman parte de una instalación eléctrica o se conectan a ella.

> **NOTA**: El equipo portátil o transportable que tiene su fuente de alimentación interna, como por ejemplo el equipo operado por batería, potencialmente podría convertirse en una fuente de ignición en lugares (clasificados como) peligrosos.

Inmersión en aceite "o". Tipo de protección en la cual el equipo eléctrico está sumergido en un líquido de protección de manera tal que una atmósfera explosiva, que pueda estar sobre el líquido o fuera del envolvente, no se pueda encender.

> **NOTA** Para información adicional, véase la norma Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations, Type of Protection - Oil-Immersion "o", ANSI/ISA-60079-6 (12.26.01)-1998 y Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 6: Oil-Immersión "o", ANSI/UL 60079-6.

Lugares no clasificados. Lugares que se determina que no son Clase I, División 1; Clase I, División 2; Clase I, Zona 0; Clase I, Zona 1; Clase I, Zona 2; Clase II, División 1; Clase II, División 2; Clase III, División 1; Clase III, División 2 o cualquier combinación de éstas.

Presurización "p". Tipo de protección para el equipo eléctrico que utiliza la técnica de protección contra el ingreso de atmósferas externas, que pueden llegar a ser explosivas, dentro de un envolvente, manteniendo un gas de protección en su interior a una presión superior a la de la atmósfera externa.

> **NOTA**: Para mayor información véanse las normas ANSI/ISA-60079-2 (12.04.01)-2004 Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 2: Presurized Enclosures "p" y Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 13: Construction and Use of Rooms or Buildings Protected by Pressurization, IEC 60079-13-1982.

Relleno con polvo "q". Tipo de protección en el cual las partes eléctricas capaces de encender una atmósfera explosiva están fijas en una posición y completamente rodeadas por un material de relleno (polvo de vidrio o cuarzo) para evitar la ignición de una atmósfera explosiva externa.

> **NOTA**: Para mayor información, véase la norma Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations Type of Protection - Powder Filling "q", ANSI/ISA-60079-5 (12.25.01)-1998 y Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 5: Powder Filling "q", ANSI/UL 60079-5.

Seguridad aumentada "e". Tipo de protección aplicada al equipo eléctrico que no produce arcos ni chispas en servicio normal y bajo condiciones anormales específicas, en el cual se aplican medidas adicionales para incrementar la seguridad contra la posibilidad de temperaturas excesivas y de la ocurrencia de arcos y chispas.

> **NOTA**: Para mayor información, véase la norma Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations, Type of Protection - Increased Safety "e", ANSI/ISA-60079-7 (12.16.01)-2002 y Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 7: Increased Safety "e", ANSI/UL 60079-7.

Seguridad intrínseca "i". Tipo de protección en el cual ninguna chispa o efecto térmico es capaz de causar la ignición de una mezcla de material inflamable o combustible en el aire, bajo condiciones de prueba prescritas.

> **NOTA** No. 1: Para mayor información, véanse las normas Intrinsically Safe Apparatus and Associated Apparatus for Use in Class I, II, and III, Hazardous Locations, ANSI/UL 913-1997, Electrical Apparatus for Use in Class I, Zones 0, 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations - Intrinsic Safety "i", ANSI/ISA-60079-11 (12.02.01)-2002 y Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part II: Intrinsic Safety "i" ANSI/UL 60079-11.
>
> **NOTA** No. 2: La seguridad intrínseca se designa como tipo de protección "ia " para uso en lugares de Zona 0. La seguridad intrínseca se designa como tipo de protección "ib " para uso en lugares de Zona 1.
>
> **NOTA** No. 3: Un aparato asociado intrínsecamente seguro, designado como [ia] o [ib], se conecta a un aparato intrínsecamente seguro ("ia" o "ib" respectivamente), pero se ubica fuera del lugar (clasificado como) peligroso a menos que también esté protegido por otro tipo de protección (como por ejemplo a prueba de llama).

Sistema de detección de gas combustible. Técnica de protección que utiliza detectores estacionarios de gas en establecimientos industriales.

Tipo de Protección "n". Tipo de protección en el cual el equipo eléctrico, en operación normal, no tiene la capacidad para encender una atmósfera explosiva de gas circundante, y no es probable que ocurra una falla capaz de causar la ignición.

> **NOTA**: Para mayor información, véase la norma ANSI/UL 60079-15-2002, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 15: Type of Protection "n"; y ANSI/ISA-60079-15 (12.12.02)-2003, Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 2 Hazardous (Classified) Locations: Type of Protection "n".

505.3 Otros Artículos. Todas las demás reglas aplicables contenidas en este Código se deben aplicar al alambrado y al equipo eléctrico instalados en lugares (clasificados como) peligrosos.

Excepción: Lo modificado por este artículo y por el Artículo 504. 505.4 Generalidades.

(A) Documentación para las ocupaciones industriales. Todas las áreas en ocupaciones industriales designadas como lugares (clasificados como) peligrosos deben estar documentadas adecuadamente. Esta documentación debe estar disponible para quienes están autorizados para diseñar, instalar, inspeccionar, mantener u operar el equipo eléctrico en el lugar.

> **NOTA**: Con respecto a los ejemplos de planos de clasificación de áreas, véanse las normas ANSI/API RP 505-1997, Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1, or Zone 2; ANSI/ISA-TR (12.24.01)-1998 (IEC 60079-10 Mod), Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations Classified as Class 1, Zone 0, Zone 1, or Zone 2; IEC 60079-10-1995, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Classification of

hazardous Areas; y Model Code of Safe Practice in the Petroleum Industry, Part 15: Area Classification Code for petroleum Installations, IP 15, The Institute of petroleum, London.

(B) Normas de referencia. Información importante relacionada con los temas tratados en el Capítulo 5 se puede encontrar en otras publicaciones.

NOTA No. 1: Es importante que la autoridad con jurisdicción esté familiarizada con la experiencia registrada en la industria y también con las normas de la National Fire Protection Association (NFPA), del American Petroleum Institute (API) y de la Instrumentation, Systems, and Automation Society (ISA) y la International Electrotechnical Commission (IEC), que puedan usarse en la clasificación de los distintos lugares, la determinación de la ventilación adecuada y la protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y las descargas atmosféricas.

NOTA No. 2: Para información adicional sobre la clasificación de los lugares, véanse las siguientes publicaciones: ANSI/API RP 505-1997, Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1, or Zone 2; ANSI/ISA-TR (12.24.01)-1998 (IEC 60079-10 Mod), Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations Classified as Class 1, Zone 0, Zone 1, or Zone 2; IEC 60079-10-1995, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Classification of Hazardous Areas; and Model Code of Safe Practice in the Petroleum Industry, Part 15: Area Classification Code for Petroleum Installations, IP 15, The Institute of Petroleum, London.

NOTA No. 3: Para mayor información sobre la protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y las descargas atmosféricas en lugares (clasificados como) peligrosos, véanse las publicaciones Recommended Practice on Static Electricity, NFPA 77-2007; Standard for the Installation of Lightning Protection Systems, NFPA 780-2004 y Protection Against Ignitions Arising Out of Static Lightning and Stray Currents, API RP 2003-1998.

NOTA No. 4: Para mayor información sobre ventilación, véase la publicación Flammable and Combustible Liquids Code, NFPA 30-2007; y Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1, or Zone 2, ANSI/ API RP 505-1997.

NOTA No. 5: Para mayor información sobre sistemas eléctricos para lugares (clasificados como) peligrosos en plataformas costeras petrolíferas y de gas, véase la publicación Recommended Practice for Design and Installation of Electrical Systems for Fixed and Floating Offshore Petroleum Facilities for Unclassified and Class I, Zone 0, Zone 1, or Zone 2 Locations, ANSI/API RP 14FZ-2000.

NOTA No. 6: Para mayor información sobre la instalación de equipos eléctricos en lugares (clasificados como) peligrosos en general, véanse las publicaciones IEC 60079-14-1996, Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 14: Electrical installations in explosive gas atmospheres (other than mines), e IEC

60079-16-1990, Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 16: Artificial ventilation for the protection of analyzer(s) houses.

NOTA No. 7: Para mayor información sobre la aplicación de equipos eléctricos en lugares (clasificados como) peligrosos en general, véanse las publicaciones ANSI/ISA-60079-0 (12.00.01)-2005, Electrical Apparatus for Use in Class , Zones 0 and 1, Hazardous (Classified) Locations: General Requirements; ANSI/ISA-12.01.01-1999, Definitions and Information Pertaining to Electrical Apparatus in Hazardous (Classified) Locations y ANSI/UL 60079-0, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 0: General requirements.

505.5 Clasificación de lugares.

(A) Clasificación de lugares. Los lugares se deben clasificar dependiendo de las propiedades de los vapores, gases o líquidos inflamables que pueden estar presentes y de la posibilidad de que esté presente una concentración o cantidad inflamable o combustible. Donde solamente se usan o manipulan materiales pirofóricos, estos lugares no deben ser clasificados. Cada cuarto, sección o área se debe considerar individualmente para determinar su clasificación.

NOTA No. 1: Véase la sección 505.7 para las restricciones sobre la clasificación de áreas.

NOTA No. 2: Aplicando el ingenio en el diseño de las instalaciones eléctricas de los lugares (clasificados como) peligrosos, con frecuencia se puede ubicar la mayor parte de los equipos en lugares de un nivel reducido de clasificación o en lugares no clasificados, y así reducir el número de equipos especiales necesarios.

Los recintos y áreas que contienen sistemas de refrigeración con amoniaco equipados con ventilación mecánica adecuada se pueden clasificar como lugares "no clasificados".

NOTA: Para información adicional con respecto a la clasificación y ventilación de áreas que involucran amoniaco, véanse los documentos ANSI/ASHRAE 15-1994, Safety Code For Mechanical Refrigeration, y ANSI/CGA G2.1-1989 (14-39), Safety Requirements for the Storage and Handling of Anhydrous Ammonia.

(B) Lugares de Clase I, Zonas 0, 1 y 2. Los lugares de Clase I, Zonas 0, 1 y 2 son aquellos en los cuales gases o vapores inflamables están presentes en el aire o pueden estarlo, en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares de Clase I, Zonas 0, 1 y 2 deben incluir a aquellos que se especifican en 505 (B) (1), (B) (2) y (B) (3).

(1) Clase I, Zona 0. Un lugar de Clase I, Zona 0 es un lugar: (1) En el que continuamente están presentes concentraciones de gases o vapores inflamables, o (2) En el que están presentes durante largos períodos de tiempo concentraciones de gases o vapores inflamables.

NOTA No. 1: Como orientación para determinar cuándo hay presencia de gases o vapores inflamables, continuamente o por largos períodos de tiempo, véanse las publicaciones ANSI/API RP 505-1997, Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations of Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1 or Zone 2; ANSI/ISA-TR 12.24.01-1998 (IEC 60079-10 Mod),

Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations Classified as Class I, Zone 0, Zone 1 or Zone 2; IEC 60079-10-1995, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Classifications of Hazardous Areas,; y Area Classification Code for Petroleum Installations, Model Code, Part 15, Institute of Petroleum.

NOTA No. 2: Esta clasificación incluye el interior de tanques o recipientes ventilados que contengan líquidos inflamables volátiles; el interior de envolventes para recubrimiento o aplicación por rociado mal ventilados, en los que se utilicen solventes volátiles inflamables; la parte entre el exterior y el interior del techo de un tanque de techo flotante que contenga líquidos volátiles inflamables; el interior de recipientes, fosos y tanques abiertos que contengan líquidos volátiles inflamables; el interior de un ducto de escape que se usa para ventilar concentraciones inflamables de gases o vapores; y el interior de envolventes mal ventilados que contengan normalmente instrumentos de ventilación que usan o analizan fluidos inflamables y ventilados al interior de los envolventes *(enclosures)*.

NOTA No. 3: No es una buena práctica instalar equipos eléctricos en lugares de la Zona 0, excepto cuando el equipo sea esencial para el proceso o cuando no sean viables otros lugares [véase 505.5(A) NOTA No. 2.]. Si fuera necesario instalar sistemas eléctricos en lugares de Zona 0, es una buena práctica instalar sistemas intrínsecamente seguros como los descritos en el Artículo 504.

(2) Clase I, Zona 1. Un lugar de Clase I, Zona 1 es un lugar:

(1) En el que es probable que haya concentraciones de gases o vapores inflamables en condiciones normales de operación, o

(2) En el que frecuentemente puede haber concentraciones de gases o vapores inflamables debido a operaciones de reparación o mantenimiento, o por fugas, o

(3) En el que se opera equipo o se llevan a cabo procesos de tal naturaleza que la ruptura u operación defectuosa del equipo podría producir la liberación de concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables y causar además la falla simultánea de los equipos eléctricos, de un modo que cause que el equipo eléctrico se convierta en una fuente de ignición, o

(4) Que está adyacente a un lugar de Clase I, Zona 0, desde la que podrían pasarse concentraciones inflamables de vapores, excepto si ese paso se previene mediante una ventilación de presión positiva adecuada desde una fuente de aire limpio y se suministran medios eficaces de protección contra fallas de la ventilación.

NOTA No. 1: Se considera como operación normal la situación en la cual el equipo de planta opera dentro de sus parámetros de diseño. Las fugas menores de materiales inflamables pueden ser parte de operaciones normales. Las fugas menores incluyen aquellas provenientes de los empaques o sellos mecánicos de las bombas. No se consideran como operaciones normales las fallas que involucran reparación o parada total (tales como las rupturas de los sellos de las bombas y empaques de las bridas y los derrames producidos por

accidentes).

NOTA No. 2: Esta clasificación incluye normalmente los lugares en los que se trasvasan líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables de un recipiente a otro. Las áreas cercanas a las operaciones de aplicación por rociado y pintura, en las que se utilizan solventes inflamables; los compartimientos o salas de secado adecuadamente ventilados en los que se evaporan solventes inflamables; los lugares adecuadamente ventilados que contengan equipo de extracción de grasas y aceites que utilicen solventes volátiles inflamables; las áreas de las plantas de limpieza y tinturado que utilizan líquidos inflamables volátiles; los cuartos de generadores de gas ventilados adecuadamente, y otras áreas de las plantas de producción de gas en las que se puedan producir fugas de gases inflamables; los cuartos de bombas de gases inflamables o líquidos volátiles inflamables que estén inadecuadamente ventilados; el interior de refrigeradores y congeladores en los que se guardan materiales inflamables volátiles en recipientes abiertos, ligeramente tapados o que se puedan romper fácilmente; y todos los demás lugares donde exista la probabilidad de que se produzcan concentraciones combustibles de vapores o gases inflamables durante la operación normal, pero no clasificados como Zona 0.

(3) Clase I, Zona 2. Un lugar de Clase I, Zona 2 es un lugar:

(1) En el que no es probable que haya concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables en condiciones de operación normales y, si las hay, será durante un corto período de tiempo, o

(2) En el que se manipulan, procesan o utilizan líquidos volátiles inflamables, gases inflamables o vapores inflamables, pero en el cual los líquidos, gases o vapores están normalmente confinados dentro de recipientes cerrados de sistemas cerrados de los que sólo pueden escapar como resultado de una rotura o avería accidental del recipiente o sistema, o como consecuencia de la operación anormal del equipo con el cual los líquidos o gases se manipulan, procesan o utilizan, o

(3) En el que normalmente las concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables se previenen mediante ventilación mecánica de presión positiva pero que pueden resultar peligrosas como consecuencia de la falla u operación anormal del equipo de ventilación, o

(4) Que está adyacente a un lugar de Clase I, Zona 1 desde el que podrían pasarse concentraciones de gases o vapores inflamables, a menos que ese paso se prevenga mediante una ventilación de presión positiva adecuada desde una fuente de aire limpio y equipada de medios de protección eficaces contra fallas de la ventilación.

NOTA: La clasificación de la Zona 2 incluye normalmente los lugares donde se utilizan líquidos volátiles inflamables, gases o vapores inflamables pero que resultarían peligrosos sólo en caso de accidente o de alguna condición de operación inusual.

505.6 Grupos de materiales. Para efectos de pruebas, aprobación y clasificación por áreas, las

distintas mezclas de aire (no enriquecidas con oxígeno) se deben agrupar como se exige en las secciones 505.6 (A), (B) y (C).

> **NOTA**: El Grupo I está proyectado para su uso en tipos de atmósferas que contienen grisú (una mezcla de gases, compuesta principalmente por metano, que se encuentra bajo tierra, usualmente en minas). Este Código no se aplica a instalaciones subterráneas en minas. Véase la sección 90.2 (B).

El Grupo II se debe subdividir en los subgrupos IIC, IIB y IIA, como se indica en las secciones 505.6 (A), (B) y (C) de acuerdo con la naturaleza del gas o vapor, para técnicas de protección "d,", "ia,", "ib,", "[ia],", e "[ib]," y, donde sea aplicable, "n" y "o".

> **NOTA** No. 1: La subdivisión de gas y vapor como se describe anteriormente se basa en la separación segura experimental máxima (MESG), en la corriente mínima de ignición (MIC) o en ambas. El equipo de prueba para determinar la MESG se describe en los documentos IEC 60079-1A-1975, Amendment No.1 (1993) Construction and Verification Tests of Flameproof Enclosures of Electrical Apparatus; y UL Technical Report No. 58 (1993). El equipo de prueba para determinar la MIC se describe en IEC 60079-11-1999, Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 11: Intrinsic safety "i". La clasificaciónde gases o vapores de acuerdo con su separación segura experimental máxima y corriente mínima de ignición se describe en IEC 60079-12-1978, Classification of mixtures of gases or vapours with air according to their maximum experimental safe gaps and minimum igniting currents.
>
> **NOTA** No. 2: La verificación del equipo eléctrico que utiliza técnicas de protección "e,", "m,", "p," y "q,", debido a la técnica de diseño, no exige pruebas que involucren la MESG o la MIC. Por tanto, no se exige subdividir el Grupo II para estas técnicas de protección.
>
> **NOTA** No. 3: Es necesario que los significados de los diferentes marcados de los equipos y la clasificación del Grupo II se observen cuidadosamente para evitar confusión con la Clase I, Divisiones 1 y 2, Grupos A, B, C y D.

Los grupos de Clase I, Zonas 0, 1 y 2 son los siguientes:

(A) Grupo IIC. Atmósferas que contienen acetileno, hidrógeno o gases inflamables o vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles mezclados con aire, que pueden encenderse o explotar, que tienen una separación segura experimental máxima (MESG) menor o igual a 0.50 mm, o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC) menor o igual a 0.45. [497:3.3.5.2.1]

> **NOTA**: El grupo IIC equivale a una combinación de Clase I, Grupo A y Clase I, Grupo B, tal como se describió en las secciones 500.6 (A) (1) y (A) (2).

(B) Grupo IIB. Atmósferas que contienen acetaldehído, etileno o gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables, o vapores producidos por líquidos combustibles mezclados con aire, que pueden encenderse o explotar, que tienen una distancia segura experimental máxima (MESG) mayor de 0.50 mm y menor o igual a 0.90 mm, o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC) mayor de 0.45 y menor o igual a 0.80. [497:3.3.5.2.2]

NOTA: El grupo IIB equivale al Grupo C de la Clase I, tal como se ha descrito en la sección 500.6 (A) (3).

(C) Grupo IIA. Atmósferas que contienen acetona, amoniaco, alcohol etílico, gasolina, metano, propano o gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables, o vapores producidos por líquidos combustibles mezclados con aire, que pueden encenderse o explotar, que tengan una distancia segura experimental máxima (MESG) superior a 0.90 mm o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC) mayor de 0.80. [497:3.3.5.2.3]

NOTA: El grupo IIA equivale al Grupo D de la Clase I, tal como se ha descrito en la sección 500.6 (A) (4).

505.7 Precaución especial. El Artículo 505 exige que la construcción e instalación del equipo garanticen el desempeño seguro bajo condiciones adecuadas de uso y mantenimiento.

NOTA No. 1: Es importante que las autoridades a cargo de la inspección y los usuarios ejerzan un cuidado mayor al normal con relación a la instalación y el mantenimiento del equipo eléctrico en lugares (clasificados como) peligrosos.

NOTA No. 2: Las condiciones ambientales bajas exigen consideración especial. El equipo eléctrico que dependa de las técnicas de protección descritas en la sección 505.8 (A) puede no ser conveniente para su uso a temperaturas inferiores a -20º C (-4º F), a menos que estén identificados para servicio a baja temperatura. Sin embargo, a temperaturas ambiente bajas, tal vez no existan concentraciones inflamables de vapores en un lugar clasificado como Clase I, Zonas 0, 1 ó 2 a temperatura ambiente normal.

(A) Implementación del sistema de clasificación por zonas. La clasificación de las áreas, la ingeniería y el diseño, la selección de equipo y los métodos de alambrado, la instalación y la inspección deben ser realizados por personas calificadas.

(B) Clasificación doble. En los casos de áreas dentro del mismo predio clasificadas separadamente, se permitirá que los lugares de Clase I, Zona 2 terminen junto a, pero que no se traslapen a los lugares de Clase I, División 2. Los lugares de Clase I, Zona 0 o Zona 1 no deben terminar junto a lugares de Clase I, División 1 o División 2.

(C) Reclasificación permitida. Se permitirá que un lugar de Clase I, División 1 o División 2 se reclasifique como un lugar de Clase I, Zona 0, Zona 1 o Zona 2, siempre que todo el espacio que se clasifica debido a una sola fuente de gas o vapor inflamable se reclasifique según los requisitos de este artículo.

(D) Obstáculos sólidos. El equipo a prueba de llama con juntas bridadas no se debe instalar de manera que las aberturas bridadas estén más cerca que las distancias mostradas en la Tabla 505.7 (D), de cualquier obstáculo sólido que no sea parte del equipo (tales como objetos de acero, paredes, protectores contra la intemperie, abrazaderas de montaje, tubería u otro equipo eléctrico), a menos que el equipo esté listado para una distancia de separación menor.

Tabla 505.7 (D). Distancia mínima de las obstrucciones desde aberturas bridadas a prueba de llamas "d".

Grupo de gases	Distancia mínima	
	mm	pulgada
IIC	40	1 37/64
IIIB	30	1 3/16
IIA	10	25/64

505.8 Técnicas de protección. Las técnicas de protección aceptables para los equipos eléctricos y electrónicos instalados en lugares (clasificados como) peligrosos deben ser aquellas que se describen en las secciones 505.8 (A) hasta (K).

> **NOTA**: Para información adicional véanse las normas ANSI/ISA-60079-0 (12.00.01)-2005, Electrical Apparatus for use in Class I, Zones 0 and 1 Hazardous (Classified) Locations, General Requirements; ANSI/ISA -12.01.01-1999, Definitions and Information Pertaining to Electrical Apparatus in Hazardous (Classified) locations; y ANSI/UL 60079-0, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 0: General Requirements.

(A) A prueba de llama “d”. Se permitirá aplicar esta técnica de protección para los equipos instalados en lugares Clase I, Zona 1 o Zona 2.

(B) Purgado y presurizado. Se permitirá aplicar esta técnica de protección para los equipos instalados en los lugares Clase I, Zona 1 o Zona 2 para los cuales estén identificados.

(C) Seguridad intrínseca. Se permitirá aplicar esta técnica de protección para los aparatos y aparatos asociados instalados en lugares Clase I, Zonas 0, Zona 1 o Zona 2 para los cuales estén listados.

(D) Tipo de Protección “n”. Se permitirá aplicar esta técnica de protección para los equipos instalados en lugares Clase I, Zona 2. El tipo de protección "n," se subdivide más adelante en nA, nC y nR.

> **NOTA**: Véase la Tabla 505.9(C)(2)(4) con respecto a la descripción de las subdivisiones del tipo de protección "n".

(E) Inmersión en aceite “o”. Se permitirá aplicar esta técnica de protección para los equipos en lugares Clase I, Zona 1 o Zona 2.

(F) Seguridad aumentada “e”. Se permitirá aplicar esta técnica de protección para los equipos en lugares Clase I, Zona 1 o Zona 2.

(G) Encapsulación “m”. Se permitirá aplicar esta técnica de protección para los equipos en lugares Clase I, Zona 1 o Zona 2.

(H) Encapsulación “ma”. Se permitirá aplicar esta técnica de protección para los equipos en lugares Clase I, Zona 0, Zona 1 o Zona 2.

(I) Encapsulación “mb”. Se permitirá aplicar esta técnica de protección para los equipos en lugares Clase I, Zona 1 o Zona 2.

(J) Relleno con polvo "q". Se permitirá aplicar esta técnica de protección para los equipos en lugares Clase I, Zona 1 o Zona 2.

(K) Sistema de detección de gas combustible. Se permitirá un sistema de detección de gas combustible como un medio de protección en establecimientos industriales con acceso restringido al público y donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que únicamente personas calificadas atenderán la instalación. Donde se instale dicho sistema, se permitirá el equipo especificado en las secciones 505.8 (k) (1), (k) (2) o (k) (3). El tipo de equipo de detección, su listado, lugar(es) de instalación, los criterios de alarma y de parada total, así como la frecuencia de calibración deben estar documentados cuando se usan los detectores de gas combustible como una técnica de protección.

NOTA No. 1: Para mayor información, véase el documento ANSI/API RP 505, Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1 and Zone 2.

NOTA No. 2: Para mayor información, véase el documento ISA-RP 12.13.02-2003 (IEC 61779-6 Mod), Installation, Operation, and Maintenance of Combustible Gas Detection Instruments.

(1) Ventilación inadecuada. En los lugares de Clase I, Zona 1 que se clasifican así debido a la inadecuada ventilación, se permitirán los equipos eléctricos adecuados para lugares Clase I, Zona 2. El equipo de detección de gas combustible debe estar listado para lugares Clase I, Zona 1, para el grupo adecuado de materiales y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

(2) Interior de un edificio. En un edificio ubicado en un lugar Clase I, Zona 2 o con una abertura hacia este lugar, cuando el interior no contiene una fuente de gas o vapor inflamable, se permitirá usar equipos eléctricos para lugares no clasificados. El equipo de detección de gas combustible debe estar listado para lugares Clase I, Zona 1 o Clase I, Zona 2, para el grupo adecuado de materiales y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

(3) Interior de un panel de control. En el interior de un panel de control que contenga instrumentación que utilice o mida líquidos, gases o vapores inflamables, se permitirá usar equipos eléctricos adecuados para lugares Clase I, Zona 2. El equipo de detección de gas combustible debe estar listado para lugares Clase I, Zona 1, para el grupo adecuado de materiales y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

505.9 Equipo.

(A) Adaptabilidad. La adaptabilidad del equipo identificado se debe determinar mediante uno de los siguientes:

(1) Listado o etiquetado del equipo.

(2) Evidencia de la evaluación del equipo por parte de un laboratorio de prueba calificado o de una agencia de inspección involucrada en la evaluación de producto.

(3) Evidencia aceptable para la autoridad con jurisdicción tal como la autoevaluación del fabricante o el criterio de ingeniería del propietario.

NOTA: La documentación adicional para el equipo puede incluir listados que

demuestren la conformidad con las normas aplicables al equipo, que indiquen las condiciones especiales de uso y otra información pertinente.

(B) Listado.

(1) Se permitirá utilizar equipo listado para la Zona 0 en la Zona 1 o Zona 2 para el mismo gas o vapor, siempre que esté instalado de acuerdo con los requisitos para el tipo de protección marcado. Se permitirá que el equipo que esté listado para uso en un lugar de la Zona 1 se utilice en un lugar de la Zona 2 para el mismo gas o vapor, siempre que esté instalado de acuerdo con los requisitos para el tipo de protección marcado.

(2) Se permitirá que el equipo sea listado para un gas o vapor específico, mezclas específicas de gases o vapores o cualquier combinación específica de gases o vapores.

NOTA: Un ejemplo común es el equipo marcado para "IIB. + H2".

(C) Marcado. Los equipos se deben marcar de acuerdo con las secciones 505.9 (C) (1) o (C) (2).

(1) Equipo de división. Se permitirá que el equipo identificado para Clase I, División 1 o Clase I, División 2, además de estar marcado de acuerdo con la sección 500.8(C), esté marcado con toda la siguiente información:

(1) Clase I, Zona 1 o Clase I, Zona 2 (según sea aplicable).

(2) Grupo(s) de clasificación de gas aplicable, de acuerdo con la Tabla 505.9 (C) (1) (2).

(3) Clasificación de temperatura de acuerdo con la sección 505.9 (D) (1).

Tabla 505.9 (C) (1) (2). Grupos de clasificación de gas

Grupo de gases	Comentario
IIC	Véase la sección 505.6 (A)
IIB	Véase la sección 505.6 (B)
IIA	Véase la sección 505.6 (C)

(2) Equipo de zona. El equipo que cumple una o más de las técnicas de protección descritas en la sección 505.8 se debe marcar con toda la siguiente información, en el orden presentado:

(1) Clase.
(2) Zona.
(3) Símbolo "AEx".
(4) Técnica(s) de protección, de acuerdo con la Tabla 505.9 (C) (2) (4).
(5) Grupo(s) de clasificación de gas aplicable de acuerdo con la Tabla 505.9 (C) (1) (2).
(6) Clasificación de temperatura de acuerdo con la sección 505.9 (D) (1).

Excepción No. 1: Se exigirá que los aparatos asociados que NO son adecuados para su instalación en un lugar (clasificado como) peligroso esté marcado únicamente con la información indicada en los numerales (3), (4) y (5), pero AMBOS símbolos AEx (3) y el símbolo para el tipo de protección (4) deben estar

encerrados dentro de los mismos corchetes, por ejemplo [AEx ia] IIC.

Excepción No. 2: No se exigirá que los aparatos sencillos, tal como se definen en la sección 504.2, tengan marcada la temperatura de operación ni la clase de temperatura.

El equipo eléctrico con tipo de protección "e,", "m,", "ma,", "mb," "px," "py", "pz," o "q," se deben marcar como Grupo II. El equipo eléctrico con tipo de protección "d,", "ia,", "ib,", [ia], o [ib] se debe marcar como Grupo IIA, o IIB, o IIC, o para un gas o vapor específico. El equipo eléctrico con tipo de protección "n" se debe marcar como Grupo II, a menos que contenga dispositivos de corte encerrados, componentes no incendiarios o equipos o circuitos de energía limitada, en cuyo caso se debe marcar como Grupo IIA, IIB o IIC o para un gas o vapor específico. Los equipos eléctricos con otros tipos de protección se deben marcar como Grupo II, a menos que el tipo de protección utilizado por el equipo exija que se deba marcar como Grupo IIA, IIB o IIC o para un gas o vapor específico.

NOTA No.1: Un ejemplo del marcado que se exige para aparatos intrínsecamente seguros para la instalación en lugares de Clase I, Zona 0 es "Clase I, Zona 0, AEx ia IIC T6". La explicación del marcado exigido se ilustra en la NML Figura 505.9 (C) (2).

NOTA No. 2: Un ejemplo del marcado que se exige para aparatos asociados intrínsecamente seguros montados en un envolvente a prueba de llama para la instalación en lugares de Clase I, Zona 1 es "Clase I, Zona 1, AEx d[ia] IIC T4".

NOTA No. 3: Un ejemplo del marcado que se exige para aparatos asociados intrínsecamente seguros que NO son para la instalación en lugares (clasificados como) peligrosos es "[AEx ia] IIC".

(D) Temperatura Clase I. El marcado de temperatura que se especifica a continuación no debe exceder la temperatura de ignición del gas o vapor específico que se va a encontrar.

NOTA: Para información con respecto a las temperaturas de ignición de gases y vapores, véanse los documentos NFPA 497-2004, Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations In Chemical Process Areas; e IEC 60079-20-1996, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Data for Flammable Gases and Vapours, Relating to the Use of Electrical Apparatus.

NOTA Figura 505.9 (C) (2) Marcado del equipo de zona:

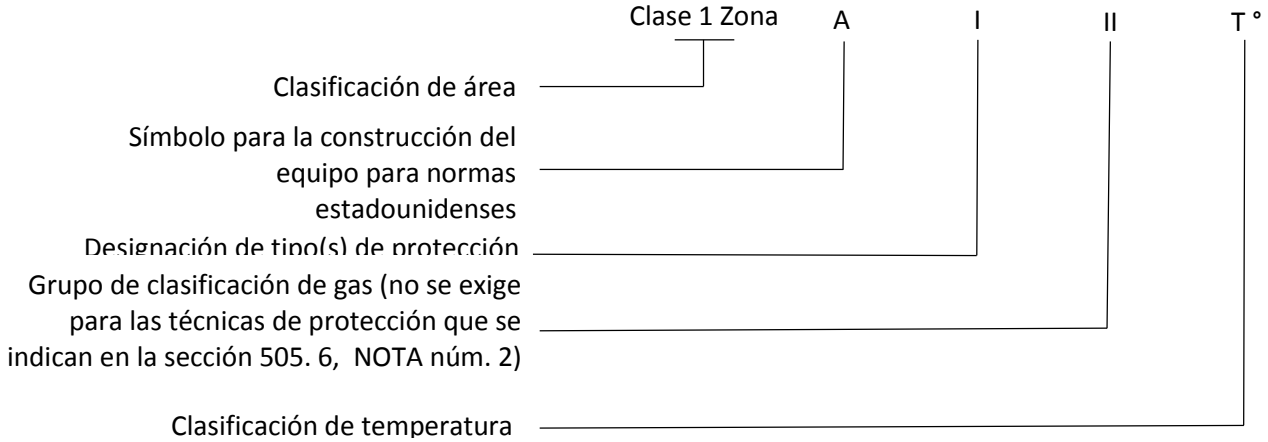


Tabla 505.9 (C) (2) (4). Designación de tipos de protección

Designación	Técnica	Zona *
d	Envolvente a prueba de llama	1
e	Seguridad incrementada	1
ia	Seguridad intrínseca	0
ib	Seguridad intrínseca	1
[ia]	Aparatos asociados	No clasificados**
[ib]	Aparatos asociados	No clasificados**
m	Encapsulación	1
ma	Encapsulación	0
mb	Encapsulación	1
nA	Equipos que no producen chispas	2
nC	Equipos que producen chispa en los cuales los contactos están protegidos adecuadamente, diferentes de los envolventes con respiración restringida	2
nR	Envolventes con respiración restringida	2
o	Inmersión en aceite	1
px	Presurización	1
py	Presurización	1
pz	Presurización	2
q	Relleno con polvo	1

* No se considera el uso cuando se utiliza una combinación de técnicas.

** Se permitirá instalar aparatos asociados en un lugar (clasificado como) peligroso si están protegidos adecuadamente usando otro tipo de protección.

(1) Clasificación de temperatura. El equipo debe estar marcado indicando la temperatura de funcionamiento o la clase de temperatura referenciados para un ambiente a 40° C (104° F). Si se da la clase de temperatura, se debe indicar usando la clase de temperatura (código T) que se muestra en la Tabla 505.9 (D) (1).

Tabla 505.9 (D) (1). Clasificación de la temperatura superficial máxima para equipos eléctricos del grupo II

Clase de temperatura (código T)	Temperatura superficial máxima (° C)
T1	<450
T2	<300
T3	<200
T4	<135
T5	<100
T6	<85

El equipo eléctrico diseñado para uso en un intervalo de temperatura ambiente entre -20° C y +40° C no necesitará marcado adicional de temperatura.
El equipo eléctrico diseñado para uso en un intervalo de temperatura ambiente diferente de -20° C a +40° C se considera que es especial y entonces su intervalo de temperatura ambiente se debe marcar en el equipo, incluyendo el símbolo "Ta" o "Tamb", junto con el intervalo especial de temperatura ambiente en grados Celsius.
El equipo eléctrico adecuado para temperaturas ambiente superiores a 40º C (104° F) debe estar marcado tanto con la temperatura ambiente máxima, como con la temperatura de operación o la clase de temperatura a esa temperatura ambiente.

NOTA: Como ejemplo, dicho marcado podría ser "-30º C a +40º C".

Excepción No. 1: No se exigirá que los equipos del tipo no generador de calor, como por ejemplo los accesorios de conduit, y los equipos del tipo generador de calor que tengan una temperatura máxima no mayor de 100º C (212° F), tengan marcada la temperatura de operación o la clase de temperatura.

Excepción No. 2: Se permitirá que los equipos identificados para lugares Clase I, División 1 o División 2 de acuerdo con las Secciones 505.20 (B) y (D) estén marcados de acuerdo con la sección 500.8(C) y la Tabla 500.8 (C).

(E) Roscado. Todos los conduits y accesorios roscados de los que trata esta sección deben tener rosca normalizada NPT que produzca una conicidad de 1 en 16 (¾ pulgada por pie). Estos conduits y accesorios se deben apretar firmemente con llave para prevenir las chispas cuando a través del sistema de conduit fluya una corriente de falla y asegurar la integridad a prueba de explosiones o llamas del sistema de conduit, donde sea aplicable. El equipo provisto de entradas roscadas para conexiones de alambrado en campo se debe instalar de acuerdo con las secciones 505.9 (E) (1) o (E) (2). Las entradas roscadas en equipo a prueba de explosión o a prueba de llama deben estar hechas con cinco hilos por lo menos, totalmente encajados.

Excepción: Para equipo listado a prueba de explosión o a prueba de llama, las entradas NPT roscadas en fábrica se deben hacer con por lo menos 4 ½ hilos totalmente encajados.

(1) Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios o conduit con rosca NPT. Para equipos provistos con entradas roscadas para conduit o accesorios con roscas tipo NPT se deben utilizar accesorios de conduit o accesorios para cables, todos ellos listados.

NOTA: Las especificaciones de roscado para las roscas NPT se encuentran en la norma ANSI/ASME B1.20.1-1983, Pipe Threads, General Purpose (Inch).

(2) Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios o conduit con rosca métrica. Para estos equipos las entradas se deben identificar como métricas, o se deben suministrar con el equipo adaptadores listados para permitir la conexión a conduit o accesorios con rosca NPT. Para la conexión a conduit o accesorios con rosca NPT, se deben usar adaptadores. Se permitirá usar accesorios listados para cable que tengan rosca métrica.

NOTA: Las especificaciones de roscado para las entradas de roscas métricas se encuentran en las normas ISO 965/1-1980 Metric Screw Threads; e ISO 965/3-1980 Metric Screw Threads.

(F) Ensambles de cable de fibra óptica. Cuando un ensamble de cable de fibra óptica contenga conductores capaces de conducir corriente, dicho ensamble se debe instalar de acuerdo con las secciones 505.15 y 505.16, según sean aplicables.

505.15 Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben mantener la integridad de las técnicas de protección y deben cumplir con las secciones 505.15 (A) hasta (C).

(A) Clase I, Zona 0. En lugares Clase I, Zona 0 sólo se permitirán los métodos de alambrado intrínsecamente seguro según el Artículo 504.

NOTA: El Artículo 504 solamente incluye la técnica de protección "ia".

(B) Clase I, Zona 1.

(1) Generalidades. En lugares Clase I, Zona 1 se permitirán todos los métodos de alambrado indicados en las secciones (B) (1) (a) hasta (B) (1) (f).

(a) Todos los métodos de alambrado permitidos por la sección 505.15 (A).

(b) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, y donde el cable no esté sujeto a daños físicos, cables del tipo MC-HL listados para su uso en lugares Clase I, Zona 1 o División 1, con un forro continuo metálico corrugado hermético al gas y al vapor, una chaqueta externa de un material polimérico adecuado, un(os) conductor(es) separado(s) de puesta a tierra de equipos de acuerdo con la sección 250.122, y equipados con accesorios terminales listados para esa aplicación.

NOTA: Véase la sección 330.12 con relación a las restricciones en el uso del cable del tipo MC.

(c) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, y donde el cable no esté sujeto a daños físicos, cables del tipo ITC-HL listados para su uso en lugares Clase I, Zona 1 o División 1, con un forro continuo metálico corrugado hermético al gas y al vapor, una chaqueta externa de un material polimérico adecuado y equipados con accesorios terminales listados para esa aplicación.

NOTA: Véanse las secciones 727.4 y 727.5 en relación con las restricciones en el uso del cable tipo ITC.

(d) Cables del tipo MI con accesorios terminales listados para lugares de Clase I, Zona 1 o División 1. Los cables del tipo MI se deben instalar y sostener de manera que se evite el esfuerzo mecánico en los accesorios terminales.

(e) Conduit metálico rígido roscado o conduit intermedio de acero roscado.

(f) Se permitirá conduit del tipo PVC y conduit del tipo RTRC, cuando esté embebido en una envoltura de concreto con un espesor mínimo de 50 mm (2

pulgadas) y tenga una cubierta de mínimo 600 mm (24 pulgadas), medida desde la parte superior del conduit hasta el nivel del suelo. Se debe usar conduit metálico rígido roscado o conduit intermedio de acero roscado para los últimos 600 mm (24 pulgadas) del tramo subterráneo hasta que salga de la tierra o hasta el punto de conexión con la canalización que vaya sobre el suelo. Se debe incluir un conductor de puesta a tierra de equipos para dar continuidad eléctrica al sistema de canalizaciones y para poner a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente.

(2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, se permitirán accesorios flexibles listados para lugares Clase I, Zona 1 o División 1 o cordón flexible de acuerdo con las disposiciones de la sección 505.17.

(C) Clase I, Zona 2.

(1) Generalidades. En los lugares Clase I, Zona 2 se permitirán los métodos de alambrado indicados en (C) (1) (a) hasta (C) (1) (h).

(a) Todos los métodos de alambrado permitidos en la sección 505.15 (B).

(b) Cables de los tipos MI, MC, MV o TC con accesorios terminales o en sistemas de bandejas portacables, e instalados de manera que se evite el esfuerzo mecánico en los accesorios terminales. Los cables del tipo MV de un solo conductor deben ser blindados o con armadura metálica.

(c) Cables del tipo ITC según lo permitido en la sección 727.4.

(d) Cables del tipo PLTC que cumplan lo establecido en el Artículo 725, o en sistemas de bandejas portacables. El cable PLTC se debe instalar de manera que se evite el esfuerzo mecánico en los accesorios terminales.

(e) Barras canalizadas *(busway)* encerradas y con empaquetadura, ductos eléctricos encerrados con empaquetadura.

(f) Conduit metálico rígido roscado, conduit intermedio de acero roscado.

(g) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación y donde el conduit metálico no brinda suficiente resistencia a la corrosión, se permitirán el conduit de resina termofija reforzada (RTRC), codos elaborados en fábrica y accesorios asociados, todo marcados con el sufijo -XW, y conduit de PVC Cédula 80, codos elaborados en fábrica y accesorios asociados. En donde se exigen sellos para las condiciones de límites como las que se definen en la sección 505.16(C)(1)(b), el método de alambrado de la Zona 1 se debe extender en el área de la Zona 2 hasta el sello, que se debe ubicar en el lado de la Zona 2 del límite entre Zona 1 - Zona 2.

(h) Se permitirá el alambrado de campo no incendiario utilizando cualquiera de los métodos de alambrado permitidos para lugares no clasificados. Los sistemas de

alambrado de campo no incendiario se deben instalar de acuerdo con el(los) plano(s) de control. Los aparatos sencillos, que no se muestran en el plano de control, se permitirán en un circuito de alambrado de campo no incendiario siempre que tal aparato no interconecte el circuito de alambrado de campo no incendiario con ningún otro circuito.

NOTA: El aparato sencillo se define en la sección 504.2.

Los circuitos separados de alambrado de campo no incendiario se deben instalar de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

(1) En cables separados.

(2) En cables multiconductores, en los que los conductores de cada circuito están dentro de un blindaje metálico a tierra.

(3) En cables multiconductores, en los que los conductores de cada circuito tienen aislamiento con espesor mínimo de 0.25 mm (0.01 pulgadas).

(2) Conexiones flexibles. Cuando debe haber disposiciones para una flexibilidad limitada, se permitirá usar accesorios metálicos flexibles, conduit metálico flexible con accesorios listados, conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios listados, conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios listados o cordón flexible de acuerdo con las disposiciones de la sección 505.17.

NOTA: Para los requisitos de puesta a tierra cuando se use conduit flexible, véase la sección 505.25 (B).

505.16 Sellado y drenaje. Los sellos en los sistemas de conduit y cables deben cumplir las disposiciones de las secciones 505.16 (A) hasta (E). Se debe usar un compuesto sellante en los accesorios terminales de los cables del tipo MI para evitar que entre humedad o algún líquido en el aislamiento del cable.

NOTA No. 1: Los sellos se utilizan en los sistemas de conduit y cables para reducir al mínimo el paso de gases y vapores y prevenir el paso de llamas de una parte de la instalación eléctrica a otra a través del conduit. Dicho paso a través del cable del tipo MI se perviene en forma inherente gracias a su construcción. A menos que sean diseñados y probados específicamente para el propósito, los sellos de conduit y cables no están proyectados para prevenir el paso de líquidos, gases o vapores a una presión diferencial continua a través del sello. Incluso aunque haya diferencias de presión a través del sello, equivalentes a algunas pulgadas de agua, puede haber un paso lento de gases o vapores a través del sello y a través de los conductores que pasan por él. Véase la sección 505.16 (C) (2) (b).
Las temperaturas extremas y los líquidos y vapores muy corrosivos pueden afectar la habilidad del sello para cumplir su función prevista. Véase la sección 505.16 (D) (2).

NOTA No. 2: A través de los intersticios entre los hilos de los conductores trenzados normalizados de calibre mayor al 2 AWG se pueden producir fugas de

gases o vapores y propagación de las llamas. Un medio para reducir las fugas y evitar la propagación de las llamas consiste en utilizar conductores de construcción especial, por ejemplo de hilos compactados, o sellando los hilos individuales.

(A) Zona 0. En lugares Clase I, Zona 0, los sellos se deben ubicar de acuerdo con las secciones 505.16 (A) (1), (A) (2) y (A) (3).

(1) Sellos del conduit. Se deben proporcionar sellos a una distancia no mayor de 3.05 m (10 pies) de donde el conduit sale de un lugar de Zona 0. No debe haber uniones, acoples, cajas ni accesorios, excepto reductores listados en el sello, en el tramo de conduit entre el sello y el punto en el cual el conduit sale del lugar.

Excepción: No se exigirá que esté sellado un conduit rígido continuo que pase completamente a través del lugar de Zona 0 sin accesorios a menos de 300 mm (12 pulgadas) más allá de cada límite, si los puntos de terminación del conduit continuo están en lugares no clasificados.

(2) Sellos del cable. Se deben proporcionar sellos en los cables en el primer punto de terminación después de entrar en el lugar de Zona 0.

(3) No se exige que sean a prueba de explosión o a prueba de llama. No se exigirá que los sellos sean a prueba de explosión o a prueba de llama.

(B) Zona 1. En lugares Clase I, Zona 1 los sellos se deben ubicar de acuerdo con las secciones 505.16 (B) (1) hasta (B) (8).

(1) Envolventes *(enclosures)* con protección del tipo "d" o "e". Se debe instalar un sello a una distancia máxima de 50 mm (2 pulgadas) en cada conduit que entra en un envolvente con protección del tipo "e" o "d".

Excepción No. 1: Cuando el envolvente con protección del tipo "d" está marcado para indicar que no requiere sello.

Excepción No. 2: Para protección del tipo "e", se permitirán conduits y accesorios que utilicen únicamente uniones de canalizaciones o accesorios NPT a NPT listados para la protección del tipo "e", entre el envolvente y el sello, y no se exigirá que el sello esté a una distancia de 50 mm (2 pulgadas) de la entrada.

NOTA: Ejemplos de accesorios que usan roscas que no son NPT incluyen los acoples de conduit, codos con casquillo, uniones y drenajes de ventilación.

Excepción No. 3: No se exigirá sello para los conduits instalados entre envolventes con protección del tipo "e" que usan únicamente uniones de canalización o accesorios de conduit NPT a NPT listados para la protección del tipo "e".

(2) Equipo a prueba de explosión. Se deben suministrar sellos de conduit en

cada conduit que entra a un equipo a prueba de explosión, de acuerdo con (B) (2) (a), (B) (2) (b) y (B) (2) (c).

(a) En cada entrada de conduit a un envolvente a prueba de explosión cuando (1) el envolvente contiene aparatos tales como interruptores, interruptores automáticos, fusibles, relés o resistencias que puedan producir arcos eléctricos, chispas o altas temperaturas que se consideren como una fuente de ignición en condiciones normales de funcionamiento, o (2) la entrada es de designador métrico de 53 (tamaño comercial 2) o más grande y el envolvente contenga terminales, empalmes o derivaciones. Para los propósitos de esta sección, se debe considerar como alta temperatura cualquiera que exceda el 80 por ciento de la temperatura de autoignición en grados Celsius, del gas o vapor involucrado.

Excepción: Conduit que entra en un envolvente en donde los interruptores, interruptores automáticos, fusibles, relés o las resistencias cumplen una de las siguientes condiciones:

(1) Están encerrados dentro de una cámara sellada herméticamente contra la entrada de gases o vapores.

(2) Están sumergidos en aceite.

(3) Están encerrados dentro de una cámara a prueba de explosión sellada en fábrica ubicada dentro del gabinete identificado para ese lugar y marcado con las palabras "sellado en fábrica" o equivalente, a menos que la entrada del envolvente sea de designador métrico 53 (tamaño comercial 2) o más grande. No se debe considerar que los envolventes (enclosures) sellados en fábrica sirvan como sello para otro gabinete adyacente a prueba de explosión que se exige que tenga un sello de conduit.

(b) Los sellos de conduit se deben instalar a una distancia máxima de 450 mm (18 pulgadas) del gabinete. Entre el accesorio de sellado y el envolvente a prueba de explosión sólo se permitirán uniones, acoples, reductores, codos, codos con casquillo y cuerpos de conduit similares a los tipos en L, en T y en cruz, todos ellos a prueba de explosión y que no sean más grandes que el tamaño comercial del conduit.

(c) Cuando dos o más envolventes *(enclosures)* a prueba de explosión para los cuales se exigen sellos de conduit por la sección 05.16 (B) (2), están conectados mediante niples o tramos de conduit de máximo 900 mm (36 pulgadas) de longitud, se debe considerar suficiente un solo sello de conduit en cada conexión con niple o tramo de conduit, si está ubicado a máximo 450 mm (18 pulgadas) de cualquiera de los envolventes.

(3) Envolventes *(enclosures)* presurizados. Se deben suministrar sellos de

conduit en cada entrada de conduit en un envolvente presurizado, en donde el conduit no está presurizado como parte del sistema de protección. Los sellos de conduit se deben instalar a una distancia no mayor de 450 mm (18 pulgadas) del envolvente presurizado.

NOTA No. 1: La instalación del sello lo más cerca posible del envolvente reducirá problemas con el purgado del espacio de aire muerto en el conduit presurizado.

NOTA No. 2: Para mayor información, véase la publicación Standard for Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment, NFPA 496-2003.

(4) Límite de la Clase I, Zona 1. Se deben suministrar sellos de conduit en cada tramo de conduit que salga de un lugar de Clase I, Zona 1. Se permitirá ubicar el accesorio de sellado en cualquier lado del límite de dicho lugar, a una distancia no mayor de 3.05 m (10 pies) de dicho límite y debe estar diseñado e instalado para reducir al mínimo la cantidad de gas o vapor dentro de la porción de conduit de la Zona 1 que se comunique con el conduit que está más allá del sello. En el tramo comprendido entre el sello del conduit y el punto en el que el conduit sale del lugar de Zona 1, no debe haber uniones, acoples, cajas ni accesorios, excepto los reductores listados a prueba de explosión, en el sello del conduit.

Excepción: No se exigirá sellar los conduits metálicos que no contengan uniones, acoples, cajas o accesorios y que atraviesen completamente un lugar de Clase I, División 1 y que no tengan accesorios a menos de 300 mm (12 pulgadas) más allá de cada límite, si los puntos de terminación del conduit continuo están en lugares no clasificados.

(5) Cables con capacidad para transmitir gases o vapores. En los conduits que contengan cables con forro continuo hermético a los gases y vapores, a través de cuyo núcleo central puedan transmitir gases o vapores, se deben sellar en el lugar de Zona 1 después de quitar la chaqueta y cualquier otro recubrimiento, de modo que el compuesto sellante rodee a cada conductor aislado individual y a la chaqueta externa.

Excepción: Los cables multiconductores con un forro continuo hermético a los gases y vapores, a través de cuyo núcleo central se puedan transmitir gases o vapores, se pueden considerar como un solo conductor, sellando el cable en el conduit a una distancia no mayor de 450 mm (18 pulgadas) del envolvente y el extremo del cable dentro del envolvente con un medio aprobado para reducir al mínimo la entrada de gases o vapores y prevenir la propagación de las llamas dentro del núcleo del cable, o por otros métodos aprobados. Para cables blindados y cables de pares trenzados no se exigirá quitar el material de blindaje ni separar el par trenzado.

(6) Cables sin capacidad para transmitir gases o vapores. Si el cable no tiene

capacidad para transmitir gases o vapores a través de su núcleo central, cada cable multiconductor en conduit se debe considerar como un solo conductor. Estos cables se deben sellar de acuerdo con la sección 505.16 (D).

(7) Cables que entran en los envolventes. Se deben suministrar sellos de cable para cada cable que entre en envolventes a prueba de explosión o a prueba de llama. El sello debe cumplir con la sección 505.16 (D).

(8) Límite de la Clase I, Zona 1. Los cables se deben sellar en el punto en el cual salen del lugar de Zona 1.

Excepción: Cuando el cable está sellado en su punto de terminación.

(C) Zona 2. En lugares Clase I, Zona 2 los sellos se deben ubicar de acuerdo con las secciones 505.16 (C) (1) y (C) (2).

(1) Sellos de conduit. Los sellos de conduit se deben ubicar de acuerdo con (C) (1) (a) y (C) (1) (b).

(a) Para las conexiones con envolventes que se exige que sean a prueba de explosión o a prueba de llama, se debe instalar un sello de conduit de acuerdo con las secciones 505.16 (B) (1) y (B) (2). Todas las porciones del tramo de conduit o niple entre el sello y dicho envolvente deben cumplir lo establecido en la sección 505.16 (B).

(b) En cada tramo de conduit que pase de lugares Clase I, Zona 2 a lugares no clasificados. Se permitirá que el accesorio de sellado esté a cualquier lado del límite de dicho lugar y a una distancia no mayor de 3.05 m (10 pies) de dicho límite, y debe estar diseñado e instalado para reducir al mínimo la cantidad de gas o vapor dentro de la porción de conduit de la Zona 2 que se comunique con el conduit que está más allá del sello. Entre el accesorio de sellado y el punto en el cual el conduit sale del lugar de la Zona 2, se debe usar un conduit metálico rígido o un conduit intermedio de acero roscado, y se debe usar una conexión roscada en el accesorio de sellado.

Excepto por los reductores a prueba de explosión listados en el sello del conduit, no debe haber uniones, acoples, cajas o accesorios entre el sello de conduit y el punto en el cual el conduit sale del lugar de Zona 2.

Excepción No.1: No se exigirá sellar los conduit metálicos que no contengan uniones, acoples, cajas ni accesorios, que atraviesen completamente un lugar de Clase I, Zona 2 y que no tengan accesorios a menos de 300 mm (12 pulgadas) más allá de cada límite, si los puntos de terminación de los conduits continuos están en lugares no clasificados.

Excepción No.2: No se exigirá sellar, en el punto donde pasan desde un lugar de Clase I Zona 2 hasta un lugar no clasificado, los sistemas de conduits que terminan en lugares no clasificados, cuando se hace una transición del método de alambrado a bandeja portacables, ensamble de cables con aislamiento en envolvente (cablebus), barras canalizadas (busway) ventiladas, cable del tipo MI o a un cable no instalado en ninguna bandeja portacables o

sistema de canalización. El lugar no clasificado debe ser exterior, o se permitirá que sea interior si el sistema de conduit está todo en un solo cuarto. Los conduits no deben terminar en un gabinete que contenga fuentes de ignición en condiciones normales de funcionamiento.

Excepción No.3: No se exigirá un sello en el límite en los sistemas de conduit que pasen desde un gabinete o cuarto no clasificado, como resultado de la presurización, hasta un lugar de Clase I, Zona 2.

NOTA: Para mayor información véase la publicación Standard for Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment, NFPA 496-2003.

Excepción No. 4: No se exigirá sellar los segmentos del sistema de conduit sobre el piso, cuando pasen desde un lugar de Clase I, División 2 a un lugar no clasificado, si se cumplen todas las condiciones siguientes:

1) *Ninguna parte del segmento del sistema de conduit pasa a través de un lugar de Clase I, Zona 0 ni de Clase I, Zona 1, en donde el conduit tenga uniones, acoples, cajas o accesorios a una distancia no mayor de 300 mm (12 pulgadas) del lugar de Clase I, Zona 0 o Clase I, Zona 1.*

2) *El segmento del sistema de conduit está localizado completamente en el exterior.*

3) *El segmento del sistema de conduit no está conectado directamente a bombas encapsuladas, conexiones de proceso o de servicio para medición de presión, de caudal o de análisis, etc., que dependan de un solo sello de compresión, diafragma o tubo para evitar la entrada de fluidos inflamables o combustibles al sistema de conduit.*

4) *El segmento del sistema de conduit contiene únicamente conduits metálicos, uniones, acoples, cuerpos conduit y accesorios roscados en el lugar no clasificado.*

5) *El segmento del sistema de conduit está sellado en su entrada a cada envolvente o a accesorios terminales de carcasas que contengan terminales, empalmes o derivaciones en lugares Clase I, Zona 2.*

(2) Sellos de cable. Los sellos de cable se deben colocar de acuerdo con (C) (2) (a), (C) (2) (b) y (C) (2) (c).

(a) Envolventes *(enclosures)* a prueba de explosión o a prueba de llama. Los

cables que entren en envolventes que se exige que sean a prueba de explosión o a prueba de llama se deben sellar en el punto de entrada. El sello debe cumplir con la sección 505.16 (D). Los cables multiconductores con un forro continuo hermético a los gases y al vapor, con capacidad para transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable, se deben sellar en el lugar de Zona 2, después de quitar la chaqueta y cualquier otro recubrimiento, de modo que el compuesto sellante rodee a cada conductor aislado individual de una manera tal que reduzca al mínimo el paso de gases y vapores. Los cables multiconductores en conduit se deben sellar como se describe en la sección 505.16 (B) (4).

Excepción No.1: No se exigirá sello en el límite para los cables que pasen desde un envolvente o cuarto no clasificado como resultado de una presurización tipo Z, hasta un lugar de Clase I, Zona 2.

Excepción No.2: En cables blindados y cables de pares trenzados no se exigirá remover el material de blindaje ni separar los pares trenzados, siempre que la terminación esté hecha por medios aprobados para reducir al mínimo la entrada de gases o vapores y evitar la propagación de la llama dentro del núcleo del cable.

(b) Cables que no transmiten gases ni vapores. No se exigirá sellar los cables con forro continuo hermético al vapor y a los gases y que no transmitan gases ni vapores a través del núcleo del cable por encima de la cantidad permitida para los accesorios de sellado, excepto lo exigido en la sección 505.16 (C) (2) (a). El tramo mínimo de dichos cables no debe ser inferior a la longitud que limite el flujo de gases o vapores a través del núcleo de cable a la tasa permitida para los accesorios de sellado [200 cm3/hora (0.007 pies3 / hora) de aire a una presión de 1500 Pascales (6 pulgadas de agua)].

NOTA No. 1: Para mayor información sobre los requisitos de construcción, prueba y marcado para accesorios de sellado de conduits, véase la norma ANSI/UL 1203, Explosionproof and Dust-Ignition-Proof Electrical Equipment for Use in Hazardous (Classified) Locations.

NOTA No. 2: El núcleo del cable no incluye los intersticios entre los hilos trenzados de los conductores.

(c) Cables con capacidad de transmitir gases o vapores. No se exigirá sellar los cables que tienen un forro continuo hermético al vapor y a los gases, que puedan transmitir gases o vapores a través del núcleo, excepto lo exigido en la sección 505.16 (C) (2) (a), a menos que el cable esté conectado a dispositivos o equipos de procesos que puedan causar una presión superior a 1500 Pascales (6 pulgadas de agua) ejercida en el extremo del cable, en cuyo caso se debe instalar un sello, barrera u otro medio que impida la migración de vapores o gases inflamables hacia un lugar no clasificado.

Excepción: Se permitirá que los cables con un forro ininterrumpido hermético a gases y vapores pase sin sellos a través de un lugar

Clase I, Zona 2.

(d) Cables sin forro continuo hermético a gases y vapores. Los cables sin forro continuo hermético a gases y vapores se deben sellar en el límite de los lugares de Zona 2 y no clasificado, de manera que se reduzca al mínimo el paso de gases o vapores hacia el lugar no clasificado.

NOTA: El forro del cable puede ser de material metálico o no metálico.

(D) Clase I, Zonas 0, 1 y 2. Donde se exijan sellos en los lugares Clase I, Zonas 0, 1 y 2, deben cumplir con lo establecido en las secciones 505.16 (D) (1) hasta (D) (5).

(1) Accesorios. Los envolventes para conexiones o equipos deben tener medios integrales para su sellado, o se deben utilizar accesorios de sellado listados para el lugar. Los accesorios de sellado deben estar listados para uso con uno o más compuestos específicos y deben ser accesibles.

(2) Compuesto. El compuesto debe proporcionar un sello contra el paso de gases o vapores a través del accesorio de sellado, no debe ser afectado por la atmósfera o los líquidos circundantes, y su punto de fusión no debe ser inferior a 93° C (200° F).

(3) Espesor del compuesto. En un sello terminado, el espesor mínimo del compuesto sellante no debe ser menor al tamaño comercial del accesorio de sellado, y en ningún caso menor de 16 mm ($^5/8$ de pulgada).

Excepción: No se exigirá que los accesorios listados de sellado para cables tengan un espesor mínimo igual al tamaño comercial del accesorio.

(4) Empalmes y derivaciones. No se deben hacer empalmes ni derivaciones en accesorios proyectados únicamente para sellamiento con compuesto, y los accesorios en los que se hayan hecho empalmes y conexiones no se deben rellenar con compuesto.

(5) Ocupación de los conductores. El área de la sección transversal de los conductores permitidos en un sello no debe exceder el 25 por ciento del área de la sección transversal del conduit metálico rígido del mismo tamaño comercial, a menos que esté listado específicamente para un porcentaje de ocupación mayor.

(E) Drenaje.

(1) Equipo de control. Cuando exista la probabilidad de que puedan quedar atrapados líquidos u otros vapores condensados dentro de los envolventes para equipos de control o en cualquier punto de un sistema de canalización, se deben proporcionar medios aprobados para impedir la acumulación o para permitir el drenaje periódico de dichos líquidos o vapores condensados.

(2) Motores y generadores. Cuando la autoridad con jurisdicción estime que existe la probabilidad de que se acumulen líquidos o vapores condensados dentro de los motores o generadores, las uniones y los sistemas de conduit se deben instalar de forma que se reduzca al mínimo la entrada de líquidos. Si se juzga necesario un medio para evitar la acumulación o para permitir el drenaje periódico, dicho medio debe instalarse durante la fabricación y se debe considerar como parte integral de la máquina.

(3) Bombas encapsuladas, conexiones para proceso o servicio, etc. Las bombas encapsuladas, las conexiones de proceso o de servicio para medición de presión, de caudal o para análisis, etc., que dependan de un solo sello de compresión, diafragma o tubo para impedir la entrada de fluidos inflamables o combustibles al sistema de conduit eléctrico, se debe proporcionar un sello o barrera adicional, u otro medio, todos ellos aprobados, para prevenir la entrada de fluidos inflamables o combustibles al sistema de conduit más allá de esos dispositivos o medios adicionales, si falla el sello primario.
El sello o barrera adicional, aprobados, y el envolvente de interconexión deben cumplir las condiciones de temperatura y presión a las que se van a ver sometidos si falla el sello primario, a menos que se proporcione otro medio aprobado que cumpla el propósito descrito en el párrafo anterior. Se deben proporcionar drenajes, ventilación u otros dispositivos que hagan evidente la fuga del sello primario.

NOTA: Véanse también las notas en letra menuda del Artículo 505.16.

El equipo conectado al proceso que esté listado y marcado con "Sello dual" no requerirá de sellado adicional del proceso si se utiliza de acuerdo con los valores nominales dados por el fabricante.

NOTA: Con respecto a los requisitos de construcción y prueba para equipo conectado al proceso con sello dual, consulte el documento ANSI/ISA-12.27.01-2003, Requirements for Process Sealing Between Electrical Systems and Potentially Flammable or Combustible Process Fluids.

505.17 Cordones flexibles en lugares Clase I, Zonas 1 y 2. Se permitirá un cordón flexible para la conexión entre el equipo portátil de alumbrado u otro equipo de utilización portátil y la porción fija de su circuito de alimentación. También se permitirá usar cordón flexible para la porción del circuito donde los métodos de alambrado fijos de la sección 505.15 (B) no pueden proporcionar el grado necesario de movimiento para el equipo eléctrico de utilización fijo y móvil, en un establecimiento industrial donde las condiciones de mantenimiento y supervisión de ingeniería garantizan que únicamente personas calificadas instalarán y atenderán la instalación y el cordón flexible esté protegido contra daños por su ubicación o por una protección adecuada. La longitud del cordón flexible debe ser continua. Cuando se usen cordones flexibles, éstos deben cumplir con las siguientes condiciones:

(1) Ser de un tipo listado para uso extrapesado.

(2) Contener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra de equipos que cumpla lo establecido en la sección 400.23.

(3) Estar conectados a los terminales o a los conductores de alimentación de una manera aprobada.

(4) Estar sostenidos por abrazaderas u otro medio adecuado de una manera que evite la tensión mecánica en las conexiones de los terminales.

(5) Estar equipados con sellos listados en donde el cordón flexible entre en cajas, accesorios o envolventes que se exige que sean a prueba de explosión o a prueba de llama.

Excepción para (5): Lo especificado en la sección 505.16. (6) El cordón que entre en un envolvente con seguridad incrementada "e" debe terminar con un conector listado de cordón para seguridad incrementada "e".

NOTA: Véase la sección 400.7 con respecto a los usos permitidos de los cordones flexibles.

Las bombas eléctricas sumergibles con medios para su retiro sin entrar en el foso mojado se deben considerar como equipo de utilización portátil. Se permitirá la extensión del cordón flexible dentro de una canalización adecuada entre el foso mojado y la fuente de alimentación.

Los mezcladores eléctricos proyectados para entrar y salir de tanques o recipientes de mezcla del tipo abierto se deben considerar equipo de utilización portátil.

NOTA: Véase la sección 505.18 con respecto a los cordones flexibles expuestos a líquidos con efectos nocivos en el aislamiento del conductor.

505.18 Conductores y aislamiento del conductor.

(A) Conductores. Para el tipo de protección "e", los conductores de alambrado de campo deben ser de cobre. Todo conductor (incluidos los de repuesto) que entren en equipos del tipo "e" debe terminar en un terminal del tipo "e".

(B) Aislamiento del conductor. Cuando los líquidos o vapores condensados puedan acumularse sobre o entrar en contacto con el aislamiento de los conductores, dicho aislamiento debe ser de un tipo identificado para su uso en estas condiciones, o el aislamiento debe estar protegido por un recubrimiento de plomo o por otro medio aprobado.

505.19 Partes expuestas sin aislar. No debe haber partes expuestas no aisladas como conductores eléctricos, barras conductoras, terminales o componentes que funcionen a más de 30 voltios (15 voltios en lugares mojados). Estas partes se deben proteger además con un tipo de protección ia, ib o nA que sea adecuado para el lugar.

505.20 Requisitos del equipo.

(A) Zona 0. En lugares de Clase I, Zona 0, únicamente se permitirá usar equipos específicamente listados y marcados como adecuados para esos lugares.

Excepción: Se permitirán aparatos intrínsecamente seguros listados para su uso en lugares Clase I, División 1 para el mismo gas, o según lo permita la sección 505.9 (B) (2) y con una clase de temperatura adecuada.

(B) Zona 1. En lugares Clase I, Zona 1 sólo se permitirán equipos específicamente listados y marcados como adecuados para uso en esos lugares.

Excepción No. 1: Se permitirá usar equipos listados para su uso en lugares Clase I División 1 o listados para su uso en lugares Clase I, Zona 0 para el mismo gas, o como se permite en la sección 505.9 (B) (2), y con una clase de temperatura adecuada.

Excepción No. 2: Se permitirá usar equipos identificados para Clase I, Zona 1 o Zona

2 y con protección del tipo "p".

(C) Zona 2. En lugares Clase I, Zona 2 sólo se permitirán equipos específicamente listados y marcados como adecuados para uso en esos lugares.

Excepción No. 1: Se permitirá usar equipos listados para su uso en lugares Clase I, Zona 0 o Zona 1 para el mismo gas, o como se permite en la sección 505.9 (B) (2) y con una clase de temperatura adecuada.

Excepción No. 2: Se permitirá usar equipos identificados para Clase I, Zona 1 o Zona 2 y con protección del tipo "p".

Excepción No.3: Se permitirá usar equipos identificados para su uso en lugares Clase I, División 1 ó División 2 para el mismo gas, o como se permite en la sección 505.9 (B) (2) y con una clase de temperatura adecuada.

Excepción No. 4: En lugares Clase I, Zona 2 se permitirá la instalación de motores abiertos o motores en envolventes que no son a prueba de explosión ni a prueba de llamas, tales como los motores de inducción de jaula de ardilla sin escobillas, mecanismos de interrupción o dispositivos similares que producen arcos, que no están identificados para su uso en un lugar Clase 1, Zona 2.

NOTA No.1: Es importante considerar la temperatura de las superficies internas y externas que pueden estar expuestas a la atmósfera inflamable.

NOTA No.2: Es importante considerar el riesgo de ignición debido a las corrientes que producen arcos a través de discontinuidades y el sobrecalentamiento de partes en envolventes *(enclosures)* de múltiples secciones de motores y generadores de gran tamaño. Estos motores y generadores pueden necesitar puentes de unión a través de las juntas en el envolvente y del envolvente a tierra. Si se sospecha la presencia de gases o vapores inflamables, se puede necesitar del purgado con aire limpio inmediatamente antes de los períodos de arranque y durante ellos.

(D) Instrucciones del fabricante. El equipo eléctrico instalado en lugares (clasificados como) peligrosos se debe instalar de acuerdo con las instrucciones dadas por el fabricante (si las hay).

505.21 Circuitos ramales multiconductores. No se permitirán circuitos ramales multiconductores en los lugares Clase I, Zona 1.

Excepción: Cuando el(los) dispositivo(s) de desconexión del circuito abre(n) en forma simultánea todos los conductores no puestos a tierra del circuito multiconductor.

505.22 Motores y generadores con seguridad incrementada "e". En lugares Clase I, Zona 1, los motores y generadores con seguridad incrementada "e" de todos los valores nominales de tensión deben estar listados para lugares Clase I, Zona 1 y deben cumplir con todos los siguientes numerales:

(1) Los motores se deben marcar con la relación de corriente I_A/I_N , y el tiempo t_E.

(2) Los motores deben tener controladores marcados con el modelo o número de identificación, potencia nominal de salida (en caballos de fuerza o kilowatts), corriente de plena carga en amperios, relación de corriente de arranque (I_A / I_N) y tiempo (t_E) de los motores que van a proteger; el marcado del controlador también debe incluir el tipo específico de protección contra sobrecarga (y su ajuste, si es aplicable) que está listado con el motor o generador.

(3) Las conexiones se deben hacer con los terminales específicos listados con el motor o generador.

(4) Se permitirá que las cajas de los terminales sean de un material sólido, no metálico y no combustible, siempre que estén equipadas con medios internos de puesta a tierra entre la carcasa del motor y la conexión de puesta a tierra del equipo, incorporados dentro de la caja.

(5) Las disposiciones de la Parte III del Artículo 430 se deben aplicar separadamente de la tensión nominal del motor.

(6) Los motores se deben proteger contra sobrecarga por un dispositivo separado que sea sensible a la corriente del motor. Este dispositivo se debe seleccionar para que dispare o debe tener un valor nominal de acuerdo con el listado del motor y su protección contra sobrecarga.

(7) Las secciones 430.32(C) y 430.44 no se deben aplicar a estos motores.

(8) La protección contra sobrecarga del motor no se debe derivar ni suprimir durante el período de arranque.

505.25 Puesta a tierra y unión. La puesta a tierra y la unión deben cumplir con el Artículo 250 y con los requisitos de las secciones 505.25 (A) y (B).

(A) Uniones. No se debe depender de tipos de contacto como adaptadors con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de uniones, sino que se deben usar puentes de unión con los accesorios adecuados, u otros medios aprobados de unión. Estos medios de unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envolventes, etc., que intervienen entre los lugares Clase I y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o punto de puesta a tierra de un sistema derivado separadamente.

> *Excepción: Los medios específicos de unión sólo se exigirán hasta el punto más cercano donde el conductor del circuito puesto a tierra y el electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado de la línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, como se especifica en la sección 250.32 (B), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito ramal esté ubicada en el lado de carga del medio de desconexión.*

> **NOTA**: Para los requisitos adicionales de las uniones en lugares (clasificados como) peligrosos, véase la sección 250.100.

(B) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. Los conduits metálicos flexibles o conduits metálicos flexibles herméticos a los líquidos no se deben usar como la única trayectoria de corriente de falla a tierra. Cuando se instalan puentes de unión, deben cumplir con la sección 250.102.

Excepción: En lugares Clase I, Zona 2, se permitirá eliminar el puente de unión si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(a) Se usa conduit metálico flexible listado hermético a los líquidos de 1.8 m (6 pies) o menos de longitud, con los accesorios listados para puesta a tierra.

(b) La protección contra sobrecorriente en el circuito está limitada a 10 amperios o menos.

(c) La carga no es una carga de utilización de potencia.

ARTÍCULO 506
Lugares en zonas 20, 21 y 22 para polvos combustibles o fibras/partículas suspendidas inflamables

506.1 Alcance. Este artículo trata de los requisitos para el sistema de clasificación por zonas como alternativa al sistema de clasificación por división del que tratan los artículos 500, 502 y 503 para equipo eléctrico y electrónico y del alambrado para todas las tensiones en lugares (clasificados como) peligrosos en Zona 20, Zona 21 y Zona 22, donde pueden existir riesgos de incendio o explosión debido a polvos combustibles o fibras/partículas suspendidas inflamables. Los polvos metálicos combustibles no están cubiertos por los requisitos de este artículo.

> **NOTA** No. 1: Véanse los Artículos 500 a 505 con respecto a los requisitos de los equipos eléctricos y electrónicos y del alambrado, para todas las tensiones en lugares (clasificados como) peligrosos de Clase I, División 1 o División 2; Clase II, División 1 o División 2; Clase III, División 1 o División 2 y Clase I, Zona 0 o Zona 1 o Zona 2 en donde pueden existir riesgos de incendio o explosión debidos a gases, vapores o líquidos inflamables, o polvos o fibras combustibles.
>
> **NOTA** No. 2: Zona 20, Zona 21 y Zona 22 son clasificaciones de área que se basan en el sistema de clasificación de área IEC modificado, tal como se define en el documento ANSI/ISA-61241-10 (12.10.05)-2004, Electrical Apparatus for Use in Zone 20, Zone 21 y Zone 22 Hazardous (Classified) Locations - Classification of Zone 20, Zone 21 y Zone 22 Hazardous (Classified) Locations (IEC 61241-10 Mod).
>
> **NOTA** No. 3: Los peligros únicos asociados con explosivos, productos pirotécnicos y agentes de voladura no se tratan en este artículo.

506.2 Definiciones. Para los fines de este artículo, se aplican las siguientes definiciones:

A prueba de ignición de polvo. Equipo encerrado de manera que no permite el ingreso de polvos, ni que los arcos, chispas o el calor generado o liberado dentro del envolvente, produzcan la ignición de las acumulaciones exteriores o las suspensiones atmosféricas de un polvo especificado sobre o en la cercanía del envolvente.

> **NOTA**: Para mayor información sobre los envolventes a prueba de ignición de polvo, véase el envolvente del Tipo 9 en los documentos ANSI/NEMA 250-1991, Enclosures for Electrical Equipment y ANSI/UL 1203-1994, Explosionproof and Dust-Ignitionproof Electrical Equipment for Hazardous (Classified) Locations.

Alambrado en campo no incendiario. Alambrado que entra o sale del envolvente de un equipo y, bajo condiciones normales de funcionamiento del equipo, no tiene la capacidad de producir la ignición de la mezcla inflamable de gas-aire, vapor-aire o polvo-aire debido a la formación de arcos o efectos térmicos. El funcionamiento normal incluye la apertura, cortocircuito o puesta tierra del alambrado en campo.

Aparato con alambrado en campo no incendiario. Aparato proyectado para ser conectado al alambrado en campo no incendiario.

NOTA: Las condiciones se describen en el documento ANSI/ISA-12.12.01-2000, Nonincendive Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2, and Class III, Division 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations.

Aparatos con alambrado en campo no incendiario asociado. Aparato en el cual los circuitos no necesariamente son no incendiarios en sí mismos, pero que afectan la energía en los circuitos de alambrado en campo no incendiarios y en los que se confía para mantener los niveles de energía no incendiaria. Los aparatos con alambrado en campo no incendiario asociado pueden ser cualquiera de los siguientes:

(1) Aparatos eléctricos que tienen un tipo alternativo de protección para ser utilizado apropiadamente en el lugar (clasificado como) peligroso.

(2) Aparatos eléctricos sin dicha protección que no se deben utilizar en un lugar (clasificado como) peligroso.

NOTA: Los aparatos con alambrado en campo no incendiario asociado tienen conexiones para aparatos con alambrado en campo no incendiario asociado designadas para aparatos con alambrado en campo no incendiario y también pueden tener conexiones para otros aparatos eléctricos.

Circuito no incendiario. Circuito, diferente al alambrado en campo, en el cual todo arco o efecto térmico producido bajo las condiciones de funcionamiento previstas del equipo, no tiene la capacidad, bajo condiciones de prueba especificadas, de producir la ignición de la mezclas inflamables de gas-aire, vapor-aire o polvo-aire.

NOTA: Las condiciones se describen en el documento ANSI/ISA-12.12.01-2000, Nonincendive Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2, and Class III, Divisions 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations.

Equipo no incendiario. Equipo que tiene circuitería eléctrica/electrónica y que no tiene la capacidad, bajo condiciones de funcionamiento normal, de producir la ignición de una mezcla inflamable especificada de gas-aire, vapor-aire o polvo-aire, debido a la formación de arcos o de medios térmicos.

NOTA: Las condiciones se describen en el documento ANSI/ISA-12.12.01-2000, Nonincendive Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2, and Class III, Division 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations.

Hermético al polvo. Envolventes construidos de forma que el polvo no ingrese bajo condiciones de prueba especificadas.

Lugar (clasificado como) peligroso de Zona 20. Área en la cual hay presencia continua o por largos periodos de tiempo de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, en cantidades suficientes para ser peligrosas, según la clasificación en la sección 506.5 (B) (1).

Lugar (clasificado como) peligroso de Zona 21. Área en la cual es probable que haya presencia ocasional, en condiciones de funcionamiento normal, de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, en cantidades suficientes para ser peligrosas, según la clasificación en la sección 506.5 (B) (2).

Lugar (clasificado como) peligroso de Zona 22. Área en la cual no es probable que haya presencia, en condiciones de funcionamiento normal, de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, en cantidades suficientes para ser peligrosas, según la clasificación en la sección 506.5 (B) (3).

Presurizado. Proceso de suministrar a un envolvente un gas protector con o sin flujo continuo a una presión suficiente para prevenir la entrada de polvo combustible o de fibras/partículas inflamables.

NOTA: Para mayor información, véase el documento ANSI/ NFPA 496-2003, Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment.

Protección mediante encapsulación "mD". Tipo de protección en el cual las partes que podrían causar el encendido de una mezcla de polvo o fibras/partículas combustibles en aire están protegidas mediante su envolvente en un compuesto, de manera que la atmósfera explosiva no pueda ser encendida.

NOTA No. 1: Para mayor información, véase la norma ISA-61241-18 (12.10.07)-2006, Electrical Apparatus for Use in Zone 20, Zone 21 and Zone 22 Hazardous (Classified) Locations - Protection by Encapsulation "mD".

NOTA No. 2: La encapsulación se designa como nivel de protección "maD" para uso en lugares de Zona 20. La encapsulación se designa como nivel de protección "mbD" para uso en lugares de Zona 21.

Protección mediante envolvente "tD". Tipo de protección para atmósferas de polvo explosivo en el cual el aparato eléctrico tiene un envolvente que brinda protección contra el ingreso de polvo y medios para limitar las temperaturas superficiales.

NOTA: Para mayor información, véanse los documentos ISA 61241-0 (12.10.02) Electrical Apparatus for Use in Zone 20, Zone 21 and Zone 22 Hazardous (Classified) Locations - General Requirements (IEC 61241-0 Mod), e ISA 61241-1 (12.10.03), Electrical Apparatus for Use in Zone 21 and Zone 22 Hazardous (Classified) Locations - Protection by Enclosure "tD" (IEC 61241-1 Mod).

Protección mediante presurización "pD". Tipo de protección contra el ingreso de una mezcla de polvo o fibras/partículas combustibles en aire dentro de un envolvente que contiene equipo eléctrico, al suministrar y mantener una atmósfera de gas protector dentro del envolvente a una presión por encima de aquella de la atmósfera externa.

NOTA: Para información adicional, véase el documento ISA 61241-2 (12.10.04), Electrical Apparatus for Use in Zone 21 and Zone 22 Hazardous (Classified) Locations – Protection by Pressurization "pD".

Protección mediante seguridad intrínseca "iD". Tipo de protección en el cual alguna chispa o efecto térmico son incapaces de causar ignición de una mezcla de polvo, fibras o partículas combustibles en aire, bajo condiciones de prueba prescritas.

NOTA: Para mayor información, véase la norma ISA 61241-11 (12.10.06), Electrical Apparatus for Use in Zone 20, Zone 21 and Zone 22 Hazardous

(Classified) Locations – Protection by Intrinsic Safety "iD".

506.4 Generalidades.

(A) Documentación para ocupaciones industriales. Todas las áreas designadas como lugares (clasificados como) peligrosos deben estar documentadas adecuadamente. Esta documentación debe estar disponible para quienes están autorizados para diseñar, instalar, inspeccionar, mantener u operar el equipo eléctrico en el lugar.

(B) Normas de referencia. Información importante relacionada con los temas tratados en el Capítulo 5 se puede encontrar en otras publicaciones.

> **NOTA**: Es importante que la autoridad con jurisdicción esté familiarizada con la experiencia registrada en la industria y también con las normas de la National Fire Protection Association (NFPA), International Society for Measurement and Control (ISA), y la International Electrotechnical Comisión (IEC) que puedan usarse en la clasificación de los distintos lugares, la determinación de la ventilación adecuada y la protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y las descargas atmosféricas.

506.5 Clasificaciones de lugares.

(A) Clasificaciones de lugares. Los lugares se deben clasificar con base en las propiedades de los polvos combustibles o fibras/partículas inflamables que pueda haber en ellos, y por la posibilidad de que se produzcan concentraciones o cantidades inflamables o combustibles. Para determinar su clasificación, cada recinto, sección o área se debe considerar individualmente. Cuando los únicos materiales utilizados o manipulados en estos lugares sean pirofóricos, estos lugares están fuera del alcance de este artículo.

(B) Lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22. Los lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 son aquellos en los que hay o puede haber en el aire o en capas polvos combustibles o fibras/partículas inflamables, en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 deben incluir los especificados en las secciones 506.5 (B) (1), (B) (2) y (B) (3).

> **NOTA**: Aplicando el ingenio en el diseño de la disposición de las instalaciones eléctricas para lugares (clasificados como) peligrosos, frecuentemente se pueden ubicar la mayor parte de los equipos en un nivel reducido de clasificación, y así reducir el número de equipos especiales necesarios.

(1) Zona 20. Un lugar de Zona 20, es un lugar:

(a) En el cual están presentes continuamente concentraciones inflamables de polvos combustibles o fibras/partículas inflamables.

(b) En el cual están presentes por largos periodos de tiempo concentraciones inflamables de polvos combustibles o fibras/partículas inflamables.

> **NOTA** No. 1: Como guía para la clasificación de lugares de Zona 20, consulte el documento ANSI/ISA-61241-10 (12.10.05)-

2004, Electrical Apparatus for Use in Zone 20, Zone 21 and Zone 22 Hazardous (Classified) Locations-Classification of Zone 20, Zone 21 and Zone 22 Hazardous (Classified) Locations (IEC 61241-10 Mod).

NOTA No. 2: La clasificación de Zona 20 incluye los lugares dentro de sistemas de contención de polvo, tolvas, silos, etc., ciclones y filtros, sistemas de transporte de polvo, excepto algunas partes de bandas y cadenas transportadoras, etc.; mezcladores, molinos, secadores, equipo de empaque, etc.

(2) Zona 21. Un lugar de Zona 21 es un lugar:

(a) En el que es probable que haya presencia ocasional, en condiciones de funcionamiento normal, de concentraciones inflamables de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, o

(b) En el cual, debido a operaciones de reparación o mantenimiento o a fugas, frecuentemente pueden existir concentraciones inflamables de polvo combustible o fibras/partículas inflamables; o

(c) En el cual se operan equipos o se realizan procesos, de tal naturaleza que la avería o funcionamiento defectuoso de equipos pueden liberar concentraciones inflamables de polvo combustible o fibras/partículas inflamables y simultáneamente pueden causar una falla en el equipo eléctrico de manera que provoque directamente que el equipo eléctrico se convierta en una fuente de ignición; o

(d) Que está adyacente a un lugar de Zona 20 desde el que podrían pasarse concentraciones inflamables de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, a menos que ese paso se evite mediante una ventilación de presión positiva adecuada desde una fuente de aire limpio y con medios de protección eficaces contra fallas de la ventilación.

NOTA No. 1: Como guía para la clasificación de lugares de Zona 21, consulte el documento ANSI/ISA-61241-10 (12.10.05)-2004, Electrical Apparatus for Use in Zone 20, Zone 21 and Zone 22 Hazardous (Classified) Locations-Classification of Zone 20, Zone 21and Zone 22 Hazardous (Classified) Locations (IEC 61241-10 Mod).

NOTA No. 2: Esta clasificación usualmente incluye lugares por fuera de la contención de polvo y en la cercanía inmediata de las puertas de acceso sometidas a remoción o abertura frecuente con propósitos de operación cuando hay presencia interna de mezclas combustibles; los lugares por fuera de la contención de polvo en la proximidad de los puntos de llenado y vaciado, bandas de alimentación, puntos de muestreo, estaciones de vertido para camiones, puntos de vertido sobre bandas, etc. Cuando no se usan medidas para evitar la formación de mezclas combustibles; lugares por fuera de la contención de polvo donde se acumula el polvo y es

probable que, debido a operaciones del proceso, se altere la capa de polvo y forme mezclas combustibles; lugares dentro de la contención de polvo cuando existe la probabilidad de que se presenten nubes de polvo explosivo (pero no continuamente, ni por largos periodos de tiempo y tampoco frecuentemente) como, por ejemplo, silos (si se llenan o vacían sólo ocasionalmente) y el lado sucio de los filtros cuando se presentan intervalos grandes de autolimpieza.

(3) Zona 22. Un lugar de Zona 22 es un lugar:

(a) En el cual no es probables la presencia, en condiciones de funcionamiento normal, de concentraciones inflamables de polvo combustible o fibras/partículas inflamables y, si se presentan, sólo persistirán por un periodo corto, o

(b) En el cual se manipulan, procesan o utilizan polvo combustible o fibras/partículas inflamables, pero en el que normalmente el polvo combustible o fibras/partículas inflamables están confinados dentro de recipientes cerrados de sistemas cerrados de donde pueden escapar únicamente como resultado del funcionamiento anormal del equipo con el cual se manipulan, procesan o utilizan los polvos o las fibras/partículas; o

(c) Que está adyacente a un lugar de Zona 21 desde el que podrían pasarse concentraciones inflamables de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, a menos que ese paso se evite mediante una ventilación de presión positiva adecuada desde una fuente de aire limpio y con medios de protección eficaces contra fallas de la ventilación.

NOTA No. 1: Como guía para la clasificación de lugares de Zona 22, consulte el documento ANSI/ISA-61241-10 (12.10.05)-2004, Electrical Apparatus for Use in Zone 20, Zone 21 and Zone 22 Hazardous (Classified) Locations-Classification of Zone 20, Zone 21and Zone 22 Hazardous (Classified) Locations (IEC 61241-10 Mod).

NOTA No. 2: Zona 22 usualmente incluye las salidas de las aberturas de los filtros de bolsa, dado que en caso de mal funcionamiento puede haber emisión de mezclas combustibles; lugares cerca de equipos que se deben abrir a intervalos no frecuentes o equipos que, según la experiencia, pueden crear fugas fácilmente donde, debido a la presión mayor a la atmosférica, el polvo pueda hacer explosión; equipos neumáticos, conexiones flexibles que se puedan dañar, etc.; lugares de almacenamiento para bolsas que contengan productos en polvo, puesto que se puede presentar fallas en las bolsas durante su manipulación causando un escape de polvo; y lugares donde se forman capas de polvo controlables que probablemente originen mezclas explosivas de polvo-aire. Únicamente hasta que se retire la capa de polvo mediante limpieza antes de que se puedan formar mezclas peligrosas de polvo y aire,

el área se podrá designar como no peligrosa.

NOTA No. 3: Los lugares que normalmente se clasifican como Zona 21 pueden clasificarse como Zona 22 cuando se emplean medidas para evitar la formación de mezclas explosivas de polvo y aire. Tales medidas incluyen ventilación por extracción. Las medidas se deberían utilizar en la vecindad de los punto de llenado y vaciado (de bolsas), bandas de alimentación, puntos de muestreo, estaciones de vertido para camiones, puntos de vertido sobre bandas, etc.

506.6 Precaución especial. El Artículo 506 exige que la construcción e instalación del equipo garanticen el desempeño seguro bajo condiciones adecuadas de uso y mantenimiento.

NOTA: Es importante que las autoridades a cargo de la inspección y los usuarios ejerzan un cuidado mayor al normal con relación a la instalación y el mantenimiento del equipo eléctrico en lugares (clasificados como) peligrosos.

(A) Implementación del sistema de clasificación por zonas. La clasificación de las áreas, la ingeniería y el diseño, la selección de equipo y los métodos de alambrado, la instalación y la inspección deben ser realizados por personas calificadas.

(B) Clasificación doble. En los casos de áreas dentro de las mismas instalaciones clasificadas separadamente, se permitirá que los lugares de Zona 22 estén junto a, pero que no se traslapen con los lugares de Clase II o Clase III, División 2. Los lugares de Zona 20 o Zona 21 no deben estar junto a lugares de Clase II o Clase III, División 1 o División 2.

(C) Reclasificación permitida. Se permitirá que un lugar de Clase II o Clase III, División 1 o División 2 se reclasifique como un lugar de Zona 20, Zona 21 o Zona 22, siempre que todo el espacio que se clasifica debido a una sola fuente de polvo combustible o fibras/partículas inflamables se reclasifique según los requisitos de este artículo.

(D) Presencia simultánea de gases inflamables y polvos o fibras/partículas combustibles. Cuando gases inflamables y polvos o fibras/partículas combustibles están presentes o puedan estarlo al mismo tiempo, la presencia simultánea se debe tomar en consideración durante la selección e instalación del equipo eléctrico y de los métodos de alambrado, incluyendo la determinación de la temperatura segura de funcionamiento del equipo eléctrico.

506.8 Técnicas de protección. Las secciones 506.8 (A) hasta (K) describen las técnicas de protección aceptables para los equipos eléctricos y electrónicos instalados en lugares (clasificados como) peligrosos.

(A) A prueba de ignición de polvo. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 para los cuales estén identificados.

(B) Presurizado. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 21 y Zona 22 para los cuales estén identificados.

(C) Seguridad intrínseca. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 para los cuales estén identificados. La instalación del alambrado y de los aparatos intrínsecamente seguros debe estar de acuerdo con los requisitos del Artículo 504.

(D) Hermético al polvo. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 22 para los cuales estén identificados.

(E) Encapsulación "maD". Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 para los cuales estén identificados.

(F) Encapsulación "mbD". Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 21 y Zona 22 para los cuales estén identificados.

(G) Circuito no incendiario. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 22 para los cuales estén identificados.

(H) Equipo no incendiario. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 22 para los cuales estén identificados.

(I) Protección mediante envolvente "tD". Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 21 y Zona 22 para los cuales estén identificados.

(J) Protección mediante presurización "pD". Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 21 y Zona 22 para los cuales estén identificados.

(K) Protección mediante seguridad intrínseca "iD". Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 para los cuales estén listados.

506.9 Requisitos del Equipo.

(A) Adaptabilidad. La adaptabilidad del equipo identificado se debe determinar mediante uno de los siguientes:

(1) Listado o etiquetado del equipo.

(2) Evidencia de la evaluación del equipo por parte de un laboratorio de prueba calificado o de una agencia de inspección involucrada en la evaluación de producto.

(3) Evidencia aceptable para la autoridad con jurisdicción como por ejemplo la autoevaluación del fabricante o el criterio de ingeniería del propietario.

NOTA: La documentación adicional para el equipo puede incluir listados que demuestren la conformidad con las normas aplicables al equipo, que indiquen las condiciones especiales de uso y otra información pertinente.

(B) Listado.

(1) Se permitirá utilizar equipo listado para la Zona 20 en un lugar de Zona 21 o Zona 22 para el mismo polvo o fibras/partículas inflamables. El equipo que esté listado para uso en un lugar de Zona 21 se puede utilizar en un lugar de Zona 22 para el mismo polvo o fibras/partículas.

(2) Se permitirá listar el equipo para polvo o fibras/partículas inflamables específicos o cualquier

combinación específica de polvo y fibras/partículas.

(C) Marcado.

(1) Equipo de división. Se permitirá que el equipo identificado para Clase II, División 1 o Clase II, División 2, además de estar marcado de acuerdo con la sección 500.8 (C), esté marcado con la información de los 2 numerales siguientes:

(1) Zona 20, 21 o 22 (según sea aplicable).

(2) Clasificación de temperatura de acuerdo con la sección 506.9 (D).

(2) Equipo de zona. El equipo que cumple una o más de las técnicas de protección descritas en la sección 506.8 se debe marcar con la siguiente información, en el orden presentado:

(1) Símbolo "AEx".

(2) Técnica(s) de protección, de acuerdo con la Tabla 506.9 (C) (2) (2).

(3) Zona.

(4) Clasificación de temperatura, marcada como un valor de temperatura, en grados Celsius, precedida por la letra T.

(5) Marca de temperatura ambiente de acuerdo con la sección 506.9 (D).

Tabla 506.9 (C) (2) (2). Designación de tipos de protección

Designación	Técnica	Zona *
iaD	Protección mediante seguridad intrínseca	20
ibD	Protección mediante seguridad intrínseca	21
[iaD]	Aparatos asociados	No clasificados**
[ibD]	Aparatos asociados	No clasificados**
maD	Protección mediante encapsulación	20
mbD	Protección mediante encapsulación	21
pD	Protección mediante presurización	21
tD	Protección mediante envolventes	21

* No se considera el uso cuando se utiliza una combinación de técnicas.

** Se permite instalar aparatos asociados en un lugar (clasificado como) peligroso si está protegido adecuadamente usando otro tipo de protección.

(D) Clasificación de temperatura. El equipo debe estar marcado para indicar la temperatura de funcionamiento con referencia a una temperatura ambiente de 40° C (104° F). El equipo eléctrico diseñado para su uso en un intervalo de temperatura ambiente entre -20° C y +40° C no necesitará marcado adicional de temperatura ambiente. El equipo eléctrico diseñado para su uso en un intervalo de temperatura ambiente diferente de -20° C y +40° C se considera que es especial y entonces su intervalo de temperatura ambiente se debe marcar en el equipo, incluyendo el símbolo "Ta" o "Tamb" junto con el intervalo especial de temperatura ambiente. Como ejemplo, dicho marcado podría ser "-30º

C Ta +40º C". El equipo eléctrico adecuado para temperaturas ambiente superiores a 40º C (104° F) debe estar marcado tanto con la temperatura ambiente máxima, como con la temperatura de funcionamiento a esa temperatura ambiente.

Excepción No. 1: No se exigirá que los equipos del tipo no generador de calor, como por ejemplo los accesorios de conduit, tengan marcada la temperatura de funcionamiento. Excepción No. 2: Se permitirá que los equipos identificados para lugares Clase II, División 1 o Clase II, División 2 de acuerdo a lo permitido en las secciones 506.20 (B) y (C) estén marcados de acuerdo con la sección 500.8(C) y la Tabla 500.8 (C).

(E) Roscado. Todas las roscas NPT a las que se hace referencia aquí deben estar roscadas de acuerdo con el estándar National (American) Standard Pipe Taper (NPT) que produzca una conicidad de 1 en 16 (¾ pulgada por pie). Los conduits y accesorios se deben apretar firmemente con llave para evitar las chispas cuando fluya una corriente de falla a través del sistema de conduit y para asegurar la integridad del sistema de conduit. El equipo provisto de entradas roscadas para conexiones de alambrado en campo se debe instalar de acuerdo con las secciones 506.9 (E) (1) o (E) (2).

(1) Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios o conduit con rosca NPT. Para los equipos provistos con entradas roscadas para conduit o accesorios con roscas tipo NPT se debe utilizar accesorios de conduit o accesorios para cables, todos ellos listados.

(2) Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios o conduit con rosca métrica. En los equipos con entradas métricas roscadas, tales entradas se deben identificar como métricas, o se deben suministrar con el equipo los adaptadores listados para permitir la conexión a conduit o accesorios con rosca NPT. Se deben usar adaptadores para la conexión a conduit o accesorios con rosca NPT. Se permitirá usar accesorios listados para cable que tengan rosca métrica.

(F) Ensamble de cable de fibra óptica. Cuando un ensamble de cable de fibra óptica contenga conductores capaces de conducir corriente, dicho ensamble se debe instalar de acuerdo con las secciones 506.15 y 506.16, según sean aplicables.

506.15 Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben mantener la integridad de las técnicas de protección y deben cumplir con las secciones 506.15 (A), (B) o (C).

(A) Zona 20. En lugares de Zona 20 se permitirán los métodos de alambrado indicados en los numerales (1) hasta (5).

(1) Conduit metálico rígido roscado o conduit intermedio de acero roscado.

(2) Cables del tipo MI con accesorios terminales listados para el lugar. Los cables del tipo MI se deben instalar y sostener de manera que se evite el esfuerzo mecánico en los accesorios terminales.

Excepción: Se permitirá usar cable MI y sus accesorios, listados para lugares de Clase II, División 1.

(3) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las

condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, se permitirán cables del tipo MC-HL listados para su uso en lugares de Zona 20, con un forro continuo metálico corrugado hermético al gas y al vapor, una chaqueta externa de un material polimérico adecuado, un(os) conductor(es) de puesta a tierra de equipos separados de acuerdo con la sección 250.122, y equipados con accesorios terminales listados para esa aplicación.

Excepción: Se permitirá usar cable del tipo MC-HL y sus accesorios, listados para lugares de Clase II, División 1.

NOTA: Véase la sección 330.12 con relación a las restricciones en el uso del cable del tipo MC.

(4) Los accesorios y las cajas deben estar identificados para su uso en lugares de Zona 20.

Excepción: Se permitirá usar cajas y accesorios listados para lugares Clase II, División 1.

(5) Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, se debe usar conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios listados, conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios listados o cordón flexible listado para uso extrapesado y con accesorios listados. Cuando se usen cordones flexibles, éstos también deben cumplir con la sección 506.17. Cuando las conexiones flexibles estén sometidas a aceite o a otras condiciones corrosivas, el aislamiento de los conductores debe ser de un tipo listado para esa condición, o debe estar protegido por medio de un recubrimiento adecuado.

Excepción: Se permitirá usar conduit flexible y conduit flexible y accesorios para cordón listados para lugares Clase II, División 1.

NOTA: Véase la sección 506.25 con respecto a los requisitos de puesta a tierra cuando se usa conduit flexible.

(B) Zona 21. En los lugares de Zona 21 se permitirán los métodos de alambrado que se indican en (B) (1) y (B) (2).

(1) Todos los métodos de alambrado permitidos en la sección 506.15(A).

(2) Se pueden usar accesorios y cajas herméticas al polvo con boquillas roscadas para la conexión al conduit, en las cuales no se hagan empalmes, derivaciones, o conexiones terminales, y que no se usen en lugares donde haya polvo metálico.

(C) Zona 22. En lugares de Zona 22 se permitirán los métodos de alambrado indicados en los numerales (1) hasta (8).

(1) Todos los métodos de alambrado permitidos en la sección 506.15 (B).

(2) Conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, tubería metálica eléctrica, canalizaciones herméticas al polvo.

(3) Cables del tipo MC o MI con accesorios terminales listados.

(4) Cables del tipo PLTC en bandejas portacables.

(5) Cables del tipo ITC en bandejas portacables.

(6) Cables del tipo MC, MI, MV o TC instalados en una sola capa en bandeja portacables del tipo escalera, ventilada o de canal ventilado, y con un espacio entre dos cables adyacentes no menor al diámetro del cable más grueso, debe ser el método de alambrado empleado. Los cables del tipo MV de un solo conductor deben ser blindados o con armadura metálica.

(7) Se permitirá el alambrado de campo no incendiario utilizando cualquiera de los métodos de alambrado permitidos para lugares no clasificados. Los sistemas de alambrado de campo no incendiario se deben instalar de acuerdo con el(los) plano(s) de control. Los aparatos sencillos, que no se muestran en los planos de control, se permitirán en un circuito de alambrado de campo no incendiario siempre que el aparato sencillo no interconecte el circuito de alambrado de campo no incendiario con ningún otro circuito.

NOTA: El aparato sencillo se define en la sección 504.2.

La separación de los circuitos de alambrado de campo no incendiario debe estar de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

a. Estar en cables separados.

b. Estar en cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito están dentro de una pantalla metálica puesta a tierra.

c. Estar en cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito tienen aislamiento con espesor mínimo de 0.25 mm (0.01 pulgadas).

(8) Las cajas y los accesorios deben ser herméticos al polvo.

506.16 Sellado. Se deben suministrar sellos cuando sea necesario proteger contra el ingreso de polvos combustibles o fibras/partículas inflamables, o para mantener el tipo de protección. El sello debe estar identificado como capaz de prevenir el ingreso de polvos combustibles o fibras/partículas inflamables, y mantener el tipo de protección, pero no es necesario que sea a prueba de explosión o a prueba de llama.

506.17 Cordones flexibles. Los cordones flexibles utilizados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 deben cumplir con todas las siguientes condiciones:

(1) Ser de un tipo listado para uso extrapesado.

(2) Contener, además de los conductores del circuito, un con ductor de puesta a tierra de equipos que cumpla lo establecido en la sección 400.23.

(3) Estar conectados a los terminales o a los conductores de alimentación de una manera aprobada.

(4) Estar soportados por abrazaderas u otro medio adecuado que minimice la tensión mecánica en las conexiones terminales.

(5) Estar equipados con sellos adecuados que prevenga la entrada de polvos combustibles o fibras/partículas inflamables, en los puntos donde el cordón flexible entre en cajas o accesorios.

506.20 Instalación del equipo.

(A) Zona 20. En lugares de Zona 20, únicamente se permitirá usar equipos listados y marcados como adecuados para esos lugares.

Excepción: Se permitirán usar aparatos intrínsecamente seguros listados para su uso en lugares Clase II, División 1 y con una clase de temperatura adecuada.

(B) Zona 21. En lugares de Zona 21 sólo se permitirán equipos listados y marcados como adecuados para su uso en esos lugares.

Excepción No. 1: Se permitirá usar aparatos listados para su uso en lugares Clase II, División 1 y con una clase de temperatura adecuada.

Excepción No. 2: Se permitirá usar equipos presurizados identificados para lugares Clase II, División 1.

(C) Zona 22. En lugares de Zona 22 sólo se permitirán equipos listados y marcados como adecuados para su uso en esos lugares.

Excepción No. 1: Se permitirá usar aparatos listados para su uso en lugares Clase II, División 1 o Clase II, División II y con una clase de temperatura adecuada.

Excepción No. 2: Se permitirá usar equipos presurizados identificados para lugares Clase II, División 1 o División 2.

(D) Instrucciones del fabricante. El equipo eléctrico instalado en lugares (clasificados como) peligrosos se debe instalar de acuerdo con las instrucciones dadas por el fabricante (si las hay).

(E) Temperatura. La temperatura marcada según se especifica en la sección 506.9 (C) (2) (5) debe cumplir con (E) (1) o (E) (2):

(1) Para polvos combustibles, debe ser inferior a la temperatura más baja entre la temperatura de ignición de la nube o de la capa del polvo combustible específico. Para polvos orgánicos que puedan deshidratarse o carbonizarse, la temperatura marcada no debe exceder del menor de los valores entre la temperatura de ignición o 165° C (329° F).

(2) Para fibras/partículas inflamables, debe ser menor que 165° C (329° F) para equipos que no están sometidos a sobrecarga, o 120º C (248º F) para equipos (tales como motores o transformadores de potencia) que pueden ser sobrecargados.

NOTA: Con respecto a las temperaturas mínimas de ignición de polvos específicos, véase el documento NFPA 499-2004, Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Processing Areas.

506.21 Circuitos ramales multiconductores. No se permitirán circuitos ramales multiconductores en los lugares de Zona 20 y Zona 21.

Excepción: Cuando el(los) dispositivo(s) de desconexión del circuito abre(n) en forma simultánea todos los conductores no puestos a tierra del circuito multiconductor.

506.25 Puesta a tierra y unión. La puesta a tierra y la unión deben cumplir con el Artículo 250 y con los requisitos de las secciones 506.25 (A) y (B).

(A) Uniones. No se debe depender de tipos de contacto como adaptadors con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de uniones, sino que se deben usar puentes de unión con los accesorios adecuados, u otros medios aprobados de unión.

Estos medios de unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envolventes, etc., que intervienen entre los lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o el punto de puesta a tierra de un sistema derivado separadamente.

Excepción: Los medios específicos de unión sólo se exigirán hasta el punto más cercano donde el conductor del circuito puesto a tierra y el electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado de la línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, como se especifica en la sección 250.32 (B), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito ramal esté ubicada en el lado de carga del medio de desconexión.

NOTA: Con respecto a los requisitos adicionales de las uniones en lugares (clasificados como) peligrosos, véase la sección 250.100.

(B) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. Los conduits metálicos flexibles herméticos a los líquidos no se deben usar como la única trayectoria de la corriente de falla a tierra. Cuando se instalan puentes de unión de equipos, deben cumplir con la sección 250.102.

Excepción: En lugares de Zona 22, se permitirá eliminar el puente de unión si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) Se usa conduit metálico flexible hermético a los líquidos listado de 1.8 m (6 pies) o menos de longitud, con los accesorios listados para puesta a tierra.

(2) La protección contra sobrecorriente en el circuito está limitada a 10 amperios o menos.

(3) La carga no es una carga de utilización de potencia.

ARTÍCULO 510
Lugares (clasificados como) peligrosos - Específicos

510.1 Alcance. Los Artículos 511 a 517 tratan de ocupaciones o partes de ocupaciones que son o pueden ser peligrosos debido a concentraciones atmosféricas de líquidos, gases o vapores inflamables, o debido a depósitos o acumulación de materiales que pueden ser fácilmente inflamables.

510.2. Generalidades. Las reglas generales de este Código y las disposiciones de los Artículos 500 a 504 se deben aplicar al alambrado y al equipo eléctrico en ocupaciones que estén dentro del alcance de los Artículos 511 a 517, excepto que estas reglas sean modificadas por los Artículos 511 a 517. Cuando en un lugar específico existan condiciones inusuales, la autoridad con jurisdicción debe decidir sobre la aplicación de las reglas específicas.

ARTÍCULO 511
Garajes comerciales, para reparación y almacenamiento

NOTA: Las reglas que van seguidas por una referencia entre corchetes contienen texto que ha sido tomado de la norma NFPA 30A-2008, Code for Motor Fuel Dispensing Facilities and Repair Garages. Únicamente se han realizado cambios editoriales al texto tomado para hacerlo consistente con este Código.

511.1 Alcance. Estas ocupaciones deben incluir los lugares utilizados para operaciones de servicio y reparación relacionadas con vehículos autopropulsados (incluyendo, pero sin limitarse a, automóviles para pasajeros, autobuses, camiones y tractores), en los cuales se utilizan líquidos volátiles inflamables o gases inflamables para combustible o fuente de energía.

511.2 Definiciones.

Garajes para reparaciones mayores. Edificios, o partes de ellos, en donde se llevan a cabo reparaciones mayores, como por ejemplo reconstrucción de motores, pintura, trabajos de carrocería y guardafangos y reparaciones que exigen el drenaje del tanque de combustible del automotor, en vehículos automotores; se incluyen los espacios asociados en el piso utilizados para oficinas, estacionamiento o salas de exhibición. [30A:3.3.12.1]

Garajes para reparaciones menores. Edificios, o partes de ellos, utilizados para labores de lubricación, inspección y mantenimiento menor automotriz, como por ejemplo ajustes del motor, reemplazo de partes, cambios de fluidos (por ejemplo, aceite, anticongelante, líquido para la transmisión, líquido de frenos, refrigerantes para el aire acondicionado), reparación del sistema de frenos, rotación de las llantas y trabajo similar de mantenimiento de rutina, se incluyen los espacios asociados en el piso utilizados para oficinas, estacionamiento o salas de exhibición. [30A:3.3.12.2]

511.3 Clasificación de áreas, Generalidades. Cuando se almacenan, manipulan o transfieren combustibles gaseosos o líquidos de clase I, el alambrado eléctrico y el equipo eléctrico de utilización debe estar diseñado de acuerdo con los requisitos para lugares (clasificados como) peligrosos de Clase I, División 1 ó 2, clasificados de acuerdo con las secciones 500.5 y 500.6, y este artículo. Un lugar de clase I no se debe prolongar más allá de una pared sin perforaciones, un techo u otra división sólida que no tenga aberturas. [30A:8.3.5, 8.3.2]

(A) Garajes para estacionamiento. Se permitirá que los garajes para estacionamiento utilizados para almacenamiento o estacionamiento sean no clasificados.

NOTA: Para mayor información, véanse los documentos NFPA 88A-2007, Standard for Parking Structures y NFPA 30A-2008, Code for Motor Fuel Dispensing Facilities and Repair Garages.

(B) Garajes para reparación, con sistemas de surtidor. Los garajes para reparaciones mayores y menores que surten combustibles para motores en los tanques de combustible de los vehículos, incluyendo líquidos inflamables con un punto inflamable por debajo de 38° C (100° F) tales como la gasolina o combustibles gaseosos, como por ejemplo el gas natural, hidrógeno o LPG, deben tener funciones y componentes del surtidor clasificados de acuerdo con la Tabla 514.3 (B) (1) además de

cualquier clasificación exigida en esta sección. Cuando se surten líquidos de Clase I, que no sean combustibles, el área a una distancia máxima de 900 mm (3 pies) de cualquier punto de llenado o surtido, que se extiende en todas las direcciones, debe ser un lugar de Clase I, División 2.

(C) Garajes para reparaciones mayores. Cuando no se van a surtir líquidos inflamables con un punto inflamable por debajo de 38° C (100° F) tales como la gasolina o combustibles gaseosos como por ejemplo gas natural, hidrógeno o LPG, sino que se llevan a cabo actividades de reparación que involucran la transferencia de tales fluidos o gases, se deben aplicar las reglas de clasificación que se indican en los numerales (1), (2) y (3).

(1) Áreas en el piso.

(a) Con ventilación. El área del piso debe ser no clasificada cuando existe ventilación mecánica que suministra un mínimo de cuatro cambios de aire por hora o un pie cúbico por minuto de intercambio de aire por cada pie cuadrado de área del piso. La ventilación debe proporcionar intercambio de aire a través de la totalidad del área del piso, y el aire expulsado se debe tomar en un punto a una distancia máxima de 0.3 m (12 pulgadas) del piso.

(b) Sin ventilación. La totalidad del área del piso hasta un nivel de 450 mm (18 pulgadas) por encima del piso se debe clasificar como de Clase I, División 2, si la ventilación no cumple lo que se especifica en la sección 511.3 (C) (1) (a).

(2) Áreas en el cielo raso. Cuando se reparan o almacenan vehículos que utilizan combustible gaseoso más liviano que el aire, como por ejemplo los vehículos con combustible de gas natural o hidrógeno, el área a una distancia máxima de 450 mm (18 pulgadas) del cielo raso se debe tomar en consideración para su clasificación de acuerdo con los literales (a) y (b).

(a) Con ventilación. El área del cielo raso debe ser no clasificada cuando exista ventilación desde un punto a una distancia no inferior a 450 mm (18 pulgadas) del punto más alto en el cielo raso, para extraer el aire del área del cielo raso a una tasa no inferior a 0.3 $m^3/min/m^2$ (1 pie cúbico/minuto/pie^2) del área del cielo raso durante todo el tiempo en que el edificio esté ocupado o cuando los vehículos que utilizan combustibles gaseosos más livianos que el aire estén estacionados debajo de esta área.

(b) Sin ventilación. Las áreas del cielo raso que no estén ventiladas de acuerdo con la sección 511.3 (C) (2) (a) se deben clasificar como de Clase I, División 2.

(3) Áreas de los fosos en los recintos para lubricación y mantenimiento. Cualquier foso, área de trabajo por debajo del nivel del suelo, o área de trabajo en el subsuelo se debe clasificar de acuerdo con los literales (a) o (b).

(a) Con ventilación. El área del foso debe ser un lugar de Clase I, División 2, cuando exista ventilación mecánica que proporcione por lo menos seis cambios de aire por hora.

(b) Sin ventilación. Cuando no se proporcione ventilación que cumpla lo especificado en la sección 511.3 (C) (3) (a), cualquier foso o depresión por debajo

del nivel del piso debe ser un lugar Clase I, División 1 que se extienda hasta el nivel del piso.

(D) Garajes para reparaciones menores. Cuando no se van a surtir o transferir líquidos inflamables con un punto inflamable por debajo de 38° C (100° F) tales como la gasolina o combustibles gaseosos, como por ejemplo el gas natural o hidrógeno, se deben aplicar las reglas de clasificación de (D) (1), (D) (2) y (D) (3) a los recintos para lubricación y mantenimiento.

(1) Áreas en el piso. Las áreas en el piso en garajes para reparaciones menores, sin fosos, áreas de trabajo por debajo del suelo o áreas de trabajo en el subsuelo deben ser no clasificadas. Cuando las áreas en el piso incluyen fosos, áreas de trabajo por debajo del piso o áreas de trabajo debajo del piso en los recintos para lubricación o mantenimiento, se deben aplicar las reglas de clasificación que se indican en los literales (a) o (b).

(a) Con ventilación. La totalidad del área del piso debe ser no clasificada cuando existe ventilación mecánica que suministra un mínimo de cuatro cambios de aire por hora o un pie cúbico por minuto de intercambio de aire por cada pie cuadrado de área del piso. La ventilación debe proporcionar intercambio de aire a través de la totalidad del área del piso, y el aire expulsado se debe tomar en un punto a una distancia máxima de 0.3 m (12 pulgadas) del piso.

(b) Sin ventilación. El área del piso hasta un nivel de 450 mm (18 pulgadas) por encima de cualquier foso, área de trabajo por debajo del suelo o área de trabajo en el subsuelo, no ventiladas, y que se extienda a una distancia de 900 mm (3 pies) horizontalmente desde el borde de cualquier foso, área de trabajo por debajo del suelo o área de trabajo debajo del piso, se debe clasificar como de Clase I, División 2.

(2) Áreas en el cielo raso. Cuando no se van a transferir combustibles gaseosos más livianos que el aire (tales como el gas natural o el hidrógeno) dichos lugares deben ser no clasificados.

(3) Áreas de los fosos en los recintos para lubricación y mantenimiento. Cualquier foso, área de trabajo por debajo del nivel del suelo, o área de trabajo debajo del piso se debe clasificar de acuerdo con los literales (a) o (b).

(a) Con ventilación. Cuando existe ventilación para extraer el aire del área del foso a una tasa no inferior a 0.3 $m^3/min/m^2$ (1 pie cúbico/minuto/pie^2) del área del piso durante todo el tiempo en que el edificio esté ocupado o cuando los vehículos están estacionados dentro o sobre esta área y cuando el aire expulsado se tome en un punto a una distancia máxima de 300 mm (12 pulgadas) del piso del foso, del área de trabajo por debajo del suelo o del área de trabajo debajo del piso, el foso debe ser no clasificado.[30A:7.4.5.4, Tabla 8.3.1].

(b) Sin ventilación. Cuando no hay ventilación que cumpla lo especificado en la sección 511.3 (D) (3) (a), cualquier foso o depresión por debajo del nivel del piso debe ser un lugar Clase I, División 2 que se extienda hasta el nivel del piso.

(E) Modificaciones en la clasificación.

(1) Áreas específicas adyacentes a lugares clasificados. Las áreas adyacentes a lugares clasificados en las cuales no es probable que sean liberados vapores inflamables, como por ejemplo en cuartos de almacenamiento, cuartos para tableros de distribución y otros lugares similares, deben ser no clasificadas cuando estén ventiladas a una tasa de cuatro o más cambios de aire por hora, o diseñadas con presión positiva de aire, o cuando están divididas de manera eficaz mediante paredes o divisiones.

(2) Fluido con base de alcohol para el lavado del parabrisas. El área utilizada para almacenar, manipular o surtir el fluido con base de alcohol para el lavado del parabrisas en los vehículos automotores en los garajes para reparaciones, debe ser no clasificada, a menos que se clasifique de otra manera de acuerdo con las disposiciones de la sección 511.3. [30A:8.3.5, Excepción].

511.4 Alambrado y equipos en lugares Clase I.

(A) Alambrado en lugares Clase I. En los lugares Clase I, como se clasifican en la sección 511.3, el alambrado debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 501.

(B) Equipos en lugares Clase I. En los lugares Clase I, como se definen en la sección 511.3, los equipos deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 501.

(1) Unidades surtidoras de combustible. Cuando dentro de los edificios haya surtidores de combustible (excepto de gases licuados del petróleo, que están prohibidos), se deben cumplir los requisitos del Artículo 514. Cuando haya ventilación mecánica en el área de suministro, los controles deben estar enclavados de modo que el surtidor no pueda funcionar sin ventilación, como se prescribe en la sección 500.5 (B) (2).

(2) Equipos portátiles de alumbrado. Los equipos portátiles de alumbrado deben estar dotados de manijas, portalámparas, gancho y protectores adecuados sólidos sujetos al portalámparas o a la manija. Todas las superficies exteriores que puedan entrar en contacto con los terminales de las baterías, los terminales del alambrado u otros objetos deben ser de material no conductor o estar protegidas eficazmente por un aislamiento. Los portalámparas no deben tener interruptores ni ofrecer ningún medio para enchufar clavijas. La carcasa exterior debe ser de un compuesto moldeado u otro material adecuado. A menos que la lámpara y su cordón estén soportados o dispuestos de manera que no se puedan utilizar en los lugares clasificados en la sección 511.3, deben ser de un tipo aprobado para su uso en lugares Clase I, División 1.

511.7 Alambrado y equipos instalados sobre los lugares Clase I.

(A) Alambrado en espacios sobre lugares Clase I.

(1) Alambrado fijo sobre lugares Clase I. Todo el alambrado fijo sobre lugares Clase I debe estar en canalizaciones metálicas, conduit rígido no metálico, tuberías eléctricas no metálicas, conduit metálico flexible, conduit metálico flexible hermético a los líquidos o conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, o deben ser sistemas de alambrado fabricados del tipo MC, AC o MI o cables PLTC de acuerdo con lo

establecido en el Artículo 725, o cables de los tipos TC o ITC de acuerdo con el artículo 727. Se permitirá utilizar canalizaciones en pisos celulares metálicos o celulares de concreto sólo para alimentar salidas en cielo rasos o extensiones hasta el área bajo el piso, pero dichas canalizaciones no deben tener terminales de conexión dentro o a través de ningún lugar de Clase I sobre el piso.

(2) Aparatos colgantes. Para los aparatos colgantes se debe utilizar un cordón flexible adecuado para el tipo de servicio y listado para uso pesado.

(B) Equipos eléctricos instalados sobre los lugares Clase I.

(1) Equipos eléctricos fijos. Los equipos eléctricos en una posición fija se deben ubicar por encima del nivel de cualquier lugar definido de Clase I o deben estar identificados para ese lugar.

(a) Equipos que pueden formar arcos. Los equipos que estén a menos de 3.7 m (12 pies) sobre el nivel del piso y que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como cortacircuitos, interruptores, paneles de carga, generadores, motores u otros equipos (excepto receptáculos, lámparas y portalámparas) que tengan contactos de establecer e interrumpir del circuito o contactos deslizantes, deben ser del tipo totalmente encerrados o construidos de modo que se prevenga el escape de chispas o partículas de metal caliente.

(b) Alumbrado fijo. Las lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, ubicadas sobre calles por las que normalmente transitan vehículos o que pudieran estar de otro modo expuestas a daños físicos, deben estar ubicadas a no menos de 3.7 m (12 pies) sobre el nivel del piso, a menos que sean del tipo totalmente encerrado o estén construidas de modo que se prevenga el escape de chispas o partículas de metal caliente.

511.9 Sellado. Se deben instalar sellos que cumplan los requisitos de las secciones 501.15 y 501.15 (B) (2) y se debe aplicar a los límites, tanto horizontales como verticales, de los lugares definidos Clase I.

511.10 Equipos especiales

(A) Equipo para carga de baterías. Los cargadores de baterías, sus equipos de control y las baterías que se estén cargando, no deben estar ubicados dentro de lugares clasificados en la sección 511.3.

(B) Equipos para carga de vehículos eléctricos.

(1) Generalidades. Todos los equipos y alambrado eléctricos deben estar instalados de acuerdo con el Artículo 625, excepto lo indicado en la sección 511.10 (B) (2) y (B) (3). Los cordones flexibles deben ser de un tipo identificado para uso extrapesado.

(2) Ubicación de los conectores. No debe haber conectores instalados dentro de los lugares Clase I como los define la sección 511.3.

(3) Conectores de clavija para vehículos. Cuando el cordón está suspendido del techo, debe estar colocado de modo que el punto más bajo del vano quede como mínimo a 150 mm (6 pulgadas) por

encima del suelo. Cuando exista un dispositivo automático que jale el cordón y la clavija más allá del intervalo de daño físico, no se exigirá un conector adicional en el cable o en la salida.

511.12 Protección para el personal mediante interruptor de circuito contra fallas a tierra. Todos los receptáculos monofásicos de 125 voltios para 15 y 20 amperios, instalados en áreas donde se utilicen equipos eléctricos de diagnóstico, herramientas eléctricas portátiles manuales o equipos de alumbrado portátiles, deben tener protección para las personas mediante interruptor de circuito contra fallas a tierra.

511.16 Requisitos de puesta a tierra y unión.

(A) Requisitos generales de puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, cubiertas o armaduras metálicas en los cables, y todas las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos fijos o portátiles, independientemente de su tensión, se deben poner a tierra.

(B) Circuitos de alimentación con conductores puestos a tierra y de puesta a tierra en lugares Clase I. La puesta a tierra en los lugares Clase I debe cumplir con la sección 501.30.

(1) Circuitos que alimentan a equipos portátiles o colgantes. Cuando un circuito alimente aparatos portátiles o colgantes y tenga un conductor puesto a tierra como exige el Artículo 200, los receptáculos, clavijas de conexión, conectores y dispositivos similares deben ser del tipo con polo a tierra y el conductor puesto a tierra del cordón flexible debe estar conectado al casquillo roscado de cualquier portalámpara o al terminal de puesta a tierra de cualquier equipo de utilización alimentado.

(2) Medios aprobados. Se deben proporcionar medios aprobados para mantener la continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos entre el sistema de alambrado fijo y las partes metálicas no portadoras de corriente de las luminarias colgantes, luminarias portátiles y equipos de utilización portátiles.

ARTÍCULO 513
Hangares para aeronaves

513.1 Alcance. Este Artículo se debe aplicar a edificios o estructuras en cuyo interior se guardan o almacenan aeronaves que contengan líquidos Clase I (inflamables) o líquidos Clase II (combustibles) cuyas temperaturas estén por encima de sus puntos de inflamación, y en las cuales las aeronaves pueden ser sometidas a servicio, reparación o alteraciones. No se debe aplicar a lugares utilizados exclusivamente para aeronaves que nunca han tenido combustible o aeronaves sin combustible.

> **NOTA** No. 1: Para las definiciones de hangar para aeronaves y aeronaves sin combustible, véase la publicación Standard on Aircraft Hangars, NFPA 409-2004.

> **NOTA** No. 2: Para mayor información sobre la clasificación de los combustibles, véase la publicación Flammable and Combustible Liquids Code, NFPA 30-2008.

513.2 Definiciones. Para los propósitos de este artículo, se deben aplicar las siguientes definiciones.

Equipo móvil. Equipos con componentes eléctricos adecuados para ser movidos únicamente con ayudas mecánicas o que están dotados de ruedas para ser desplazados por personas o dispositivos energizados.

Equipo Portátil. Equipos con componentes eléctricos adecuados para ser movidos por una sola persona sin necesidad de ayudas mecánicas.

Hangar para pintura de aeronaves. Hangar para aeronaves construido con el propósito expreso de aplicaciones por rociado/revestimiento/inmersión y dotado con ventilación dedicada y extracción.

513.3 Clasificación de lugares.

(A) Bajo el nivel del piso. Todos los fosos o depresiones bajo el nivel del piso del hangar se deben clasificar como un lugar de Clase I, División 1 o Zona 1 que se debe prolongar hasta el nivel del piso.

(B) Áreas no separadas o ventiladas. El área total del hangar, incluida cualquier área adyacente y comunicada con éste, que no esté separada adecuadamente del hangar, se debe clasificar como un lugar de Clase I, División 2 o Zona 2 hasta un nivel de 450 mm (18 pulgadas) sobre el piso.

(C) Proximidad de aeronaves.

(1) Hangares para almacenamiento y mantenimiento de aeronaves. Las áreas ubicadas a una distancia no mayor de 1.5 m (5 pies) horizontalmente desde las plantas de potencia de las aeronaves o de los tanques de combustible de las aeronaves se deben clasificar como lugares Clase I, División 2 o Zona 2 y se deben prolongar desde el piso hasta un nivel de 1.5 m (5 pies) por encima de la superficie superior de las alas y de las carcasas de los motores.

(2) Hangares para pintura de aeronaves. Las áreas a una distancia máxima de 3 m (10 pies) horizontalmente desde las superficies de la aeronave, desde el piso y hasta 3 m (10 pies) por encima de

la aeronave, se deben clasificar como lugares Clase I, División I o Clase I, Zona 1. Las áreas a una distancia horizontal desde las superficies de la aeronave, entre 3.0 m (10 pies) y 9.0 m (30 pies), desde el piso hasta 9.0 m (30 pies) por encima de la superficie de la aeronave se deben clasificar como lugares Clase I, División 2 o Clase I, Zona 2.

> **NOTA**: Véase la publicación NFPA 33-2007, Standard for Spray Applications Using Flammable or Combustible Materials, con respecto a la información sobre ventilación y puesta a tierra para la protección contra la estática en áreas de rociado de pintura.

(D) Áreas adecuadamente separadas y ventiladas. Las áreas adyacentes en las que no es probable que se liberen líquidos o vapores inflamables, tales como depósitos, cuartos de control eléctrico y otros lugares similares, deben ser no clasificadas si están adecuadamente ventiladas y eficazmente separadas del hangar por paredes o divisiones.

513.4 Alambrado y equipos en lugares Clase I.

(A) Generalidades. Todo el alambrado y los equipos que estén o puedan estar instalados u operado dentro de cualquiera de los lugares Clase I definidos en la sección 513.3, deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 501 o el Artículo 505 para la división o zona en la cual se usan. Las clavijas de conexión y los receptáculos en lugares Clase I deben estar identificados para lugares Clase I o deben estar diseñados de manera que no se puedan energizar mientras se establecen o se interrumpen las conexiones.

(B) Andamios, plataformas y muelles. El alambrado, las salidas y el equipo eléctrico (incluidas las lámparas) colocados sobre andamios, plataformas o muelles, o unidos a ellos, que están ubicados o se puedan ubicar en lugares Clase I, como se define en la sección 513.3 (C), debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 501 o del Artículo 505 para la división o zona en la cual se usan.

513.7 Alambrado y equipos no instalados en lugares Clase I.

(A) Alambrado fijo. Todo el alambrado fijo en un hangar, pero que no esté dentro de un lugar de Clase I como se define en la sección 513.3, debe estar instalado en canalizaciones metálicas o debe ser cable de los tipos MI, TC, o MC.

> *Excepción: Se permitirá que el alambrado en lugares no clasificados, como se define en la sección 513.3 (D), sea cualquier tipo adecuado de método de alambrado reconocido en el Capítulo 3.*

(B) Colgantes. Para colgantes se debe utilizar un cordón flexible adecuado para ese tipo de servicio e identificado para uso pesado o extrapesado. Cada cordón de estos debe incluir un conductor independiente de puesta a tierra de equipos.

(C) Equipos que pueden formar arcos. En lugares por encima de los descritos en la sección 513.3, los equipos que estén a menos de 3.0 m (10 pies) por encima de las alas y de las carcasas de los motores de las aeronaves y que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como las lámparas y portalámparas de alumbrado fijo, cortacircuitos, interruptores, receptáculos, paneles de carga, generadores, motores u otros equipos con contactos deslizantes o de establecer e interrumpir, deben ser del tipo totalmente encerrado o

estar construidos de modo que impidan la salida de chispas o partículas de metal caliente.

Excepción: Se permitirá utilizar equipos del tipo de propósito general en las áreas descritas en la sección 513.3 (D).

(D) Portalámparas. Para el alumbrado incandescente fijo no se deben usar portalámparas de casquillo metálico recubierto de fibra.

(E) Andamios, plataformas o muelles. Cuando los andamios, plataformas o muelles no estén ubicados o no sea probable que sean ubicados en lugares Clase I, como los define la sección 513.3(C), el alambrado y los equipos deben cumplir lo establecido en la sección 513.7, excepto que cuando tales alambrados y equipos estén a máximo 457 mm (18 pulgadas) sobre el piso en cualquier posición, deben cumplir con la sección 513.4 (B). Los receptáculos y clavijas de conexión deben ser de un tipo de seguridad que no se desconectan fácilmente.

(F) Andamios móviles. Los andamios móviles con equipos eléctricos que cumplan con la sección 513.7 (E) deben llevar por lo menos un anuncio de advertencia fijado permanente con la siguiente inscripción o equivalente:

ADVERTENCIA
MANTÉNGASE A UNA DISTANCIA
DE 5 PIES DE LAS ÁREAS DE LOS MOTORES
Y TANQUES DE COMBUSTIBLE
DE LAS AERONAVES
o
ADVERTENCIA
MANTÉNGASE A UNA DISTANCIA DE 1.5
METROS DE LAS ÁREAS DE LOS MOTORES
Y TANQUES DE COMBUSTIBLE
DE LAS AERONAVES

513.8 Alambrado subterráneo.

(A) Alambrado y equipos empotrados, bajo losas o subterráneos. Todo el alambrado instalado en o debajo del piso del hangar debe cumplir con los requisitos para los lugares de Clase I, División 1. Cuando dicho alambrado esté en bóvedas, fosos o ductos, se debe proporcionar un drenaje adecuado.

(B) Canalizaciones ininterrumpidas, empotradas, bajo losas o subterráneas. Las canalizaciones ininterrumpidas que están empotradas en el piso del hangar o enterradas debajo del piso del hangar se debe considerar que están dentro de un lugar Clase I por encima del piso, independientemente del punto en el cual la canalización desciende bajo el piso o asciende sobre él.

513.9 Sellado. Se deben proporcionar sellos de acuerdo con la sección 501.15 o 505.16 según sean aplicables. Los requisitos de sellado especificados se deben aplicar tanto a los límites horizontales como a los verticales de los lugares definidos como de Clase I.

513.10 Equipo especial.

(A) Sistemas eléctricos de las aeronaves.

(1) Desenergización del sistema eléctrico de la aeronave. Cuando la aeronave está estacionada en el hangar y, siempre que sea posible durante las tareas de mantenimiento, se deben desenergizar todos sus sistemas eléctricos.

(2) Baterías de las aeronaves. Las baterías de las aeronaves no se deben cargar cuando estén instaladas en una aeronave estacionada total o parcialmente dentro de un hangar.

(B) Carga de las baterías de una aeronave y equipos. Los cargadores de las baterías y sus equipos de control no deben estar ubicados ni deben operar dentro de ninguno de los lugares Clase I definidos en la sección 513.3, y preferiblemente deben estar ubicados en un edificio separado o en un área tal como se define en la sección 513.3 (D). Los cargadores móviles deben llevar por lo menos un anuncio de advertencia fijada permanentemente con la siguiente inscripción o equivalente:

ADVERTENCIA
MANTÉNGASE A UNA DISTANCIA DE 5
PIES DE LAS ÁREAS DE LOS MOTORES
Y TANQUES DE COMBUSTIBLE
DE LAS AERONAVES
o
ADVERTENCIA
MANTÉNGASE A UNA DISTANCIA DE 1.5
METROS DE LAS ÁREAS DE LOS MOTORES
Y TANQUES DE COMBUSTIBLE
DE LAS AERONAVES

No se deben colocar mesas, bastidores, bandejas ni alambrado en un lugar Clase 1 y además se debe cumplir con el Artículo 480.

(C) Fuentes de alimentación externas para energizar aeronaves.

(1) A no menos de 450 mm (18 pulgadas) sobre el piso. Las fuentes de energía para las aeronaves deben estar diseñadas y montadas de modo que todos los equipos eléctricos y el alambrado fijo estén como mínimo a 450 mm (18 pulgadas) sobre el nivel del piso y no se deben operar en lugares Clase I, tal como se definen en la sección 513.3 (C).

(2) Marcado de unidades móviles. Las fuentes de alimentación móviles deben llevar, por lo menos un anuncio de advertencia fijado permanentemente con la siguiente inscripción o equivalente:

ADVERTENCIA
MANTÉNGASE A UNA DISTANCIA DE 5
PIES DE LAS ÁREAS DE LOS MOTORES
Y TANQUES DE COMBUSTIBLE
DE LAS AERONAVES
o
ADVERTENCIA

MANTÉNGASE A UNA DISTANCIA DE 1.5
METROS DE LAS ÁREAS DE LOS MOTORES
Y TANQUES DE COMBUSTIBLE
DE LAS AERONAVES

(3) Cordones. Los cordones flexibles para las fuentes de alimentación y los equipos de soporte en tierra de las aeronaves deben estar identificados para ese tipo de servicio y para uso extrapesado y deben tener un conductor de puesta a tierra de los equipos.

(D) Equipo móvil para servicios con componentes eléctricos.

(1) Generalidades. Los equipos móviles para servicios (tales como aspiradoras, compresores, ventiladores, etc.) que tengan alambrado y equipos eléctricos no adecuados para lugares Clase I, División 2 o Zona 2, deben estar diseñados y montados de modo que todos los equipos eléctricos y el alambrado fijo queden como mínimo a 450 mm (18 pulgadas) sobre el nivel del piso. Estos equipos móviles no se deben utilizar en lugares Clase I, definidos en la sección 513.3(C) y deben llevar, por lo menos un anuncio de advertencia fijado permanentemente con la siguiente inscripción o equivalente:

ADVERTENCIA
MANTÉNGASE A UNA DISTANCIA DE 5
PIES DE LAS ÁREAS DE LOS MOTORES
Y TANQUES DE COMBUSTIBLE
DE LAS AERONAVES
o
ADVERTENCIA
MANTÉNGASE A UNA DISTANCIA DE 1.5
METROS DE LAS ÁREAS DE LOS MOTORES
Y TANQUES DE COMBUSTIBLE
DE LAS AERONAVES

(2) Cordones y conectores. Los cordones flexibles de los equipos móviles deben ser adecuados para ese tipo de servicio, estar identificados para uso extrapesado y deben incluir un conductor de puesta a tierra de equipos. Los receptáculos y clavijas de conexión deben estar identificados para el lugar en el que estén instalados y deben tener conexión para el conductor de puesta a tierra de los equipos.

(3) Uso restringido. Los equipos no identificados como adecuados para su uso en lugares Clase I, División 2 no se deben operar en lugares en donde se realicen operaciones de mantenimiento que tengan la probabilidad de liberar líquidos o vapores inflamables.

(E) Equipos portátiles.

(1) Equipos portátiles de alumbrado. Los equipos portátiles de alumbrado que se utilicen dentro de un hangar deben estar identificados para el lugar en el cual se usen. Para luminarias portátiles, se debe emplear un cordón flexible adecuado para el tipo de servicio e identificado para uso extrapesado. Cada uno de estos cordones debe tener un conductor separado de puesta a tierra de equipos.

(2) Equipos de utilización portátiles. Los equipos de utilización portátiles que se usen o se puedan

usar dentro de un hangar deben ser del tipo adecuado para uso en lugares Clase I, División 2 o Zona 2. Para los equipos de utilización portátiles se debe emplear un cordón flexible adecuado para el tipo de servicio y aprobado para uso extrapesado. Cada uno de estos cordones debe tener un conductor separado de puesta a tierra de equipos.

513.12 Protección para el personal mediante interruptor de circuito contra fallas a tierra. Todos los receptáculos monofásicos de 125 voltios para 15 y 20 amperios, 50/60 Hz instalados en áreas donde se utilicen equipos eléctricos de diagnóstico, herramientas eléctricas portátiles manuales o equipos de alumbrado portátiles, deben tener protección para las personas mediante interruptor de circuito contra fallas a tierra.

513.16 Requisitos de puesta a tierra y unión.

(A) Requisitos generales de puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, las cubiertas metálicas o armaduras metálicas de los cables, y todas las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos fijos o portátiles, independientemente de su tensión, deben estar puestos a tierra. La puesta a tierra en los lugares Clase I debe cumplir lo establecido en la sección 501.30 para lugares Clase I, Divisiones 1 y 2, y 505.25 para lugares Clase I, Zona 0, 1 y 2.

(B) Circuitos de alimentación con conductores puestos a tierra y de puesta a tierra en lugares Clase I

(1) Circuitos que alimentan equipos portátiles o colgantes. Cuando un circuito alimente aparatos portátiles o colgantes e incluya un conductor puesto a tierra, como se establece en el Artículo 200, los receptáculos, las clavijas de conexión, los conectores y dispositivos similares deben ser del tipo de puesta a tierra, y el conductor puesto a tierra del cordón flexible se debe conectar al casquillo roscado de cualquier portalámpara o al terminal puesto a tierra de cualquier equipo de utilización alimentado.

(2) Medios aprobados. Se debe proporcionar un medio aprobado para mantener la continuidad del conductor de puesta a tierra entre el sistema de alambrado fijo y las partes metálicas no portadoras de corriente de las luminarias colgantes, luminarias portátiles y equipos de utilización portátiles.

ARTÍCULO 514
Despacho de combustible y estaciones de servicio

NOTA: Las reglas que van seguidas por una referencia entre corchetes contienen texto que ha sido tomado de la norma NFPA 30A-2008, Code for Motor Fuel Dispensing Facilities and Repair Garages. Únicamente se han realizado cambios editoriales al texto tomado para hacerlo consistente con este Código.

514.1 Alcance. Este artículo se debe aplicar a los despachos de combustible y estaciones de servicio, para automotores, marítimas, dentro de edificios y para flotillas de automotores.

NOTA: Para mayor información con respecto a la protección para los despachos de combustible y estaciones de servicio, véase la publicación NFPA 30A-2008, Code for Motor Fuel Dispensing Facilities and Repair Garages.

514.2 Definición.

Despacho de combustible y estaciones de servicio. Parte de una propiedad donde se almacenan y suministran combustibles para motores desde un equipo fijo hacia los tanques de combustible de vehículos automotores o marítimos, o a recipientes aprobados, incluyendo todo el equipo utilizado en conexión con ellas. [30A:3.3.11]

NOTA: Consulte los Artículos 510 y 511 con respecto al alambrado y a los equipos eléctricos para otras áreas como las de cambio de aceite, cuartos de servicio, cuartos de reparaciones, oficinas, salas de ventas, cuartos de compresores y similares.

514.3 Clasificación de los lugares.

(A) Lugares no clasificados. Cuando la autoridad con jurisdicción pueda determinar satisfactoriamente que en un lugar no se van a manipular líquidos inflamables cuyo punto de inflamación sea inferior a 38° C (100° F), tal como la gasolina, no se exigirá clasificar ese lugar.

(B) Lugares clasificados.

(1) Lugares Clase I. Cuando se almacenen, manipulen o suministren líquidos de Clase I, se debe aplicar la Tabla 514.3 (B) (1) y se debe usar dicha tabla para describir y clasificar las estaciones de servicio y los garajes comerciales, como se definen en el Artículo 511. La tabla 515.3 se debe usar con el fin de describir y clasificar los tanques que se encuentran sobre el suelo. Un lugar Clase I no se debe prolongar más allá de una pared sin perforar, de un techo o de división sólida. [30A: 8.1, 8.3]

(2) Áreas para gas natural comprimido, gas natural licuado y gas licuado de petróleo. Se debe usar la Tabla 514.3 (B) (2) para describir y clasificar las áreas donde se almacena, manipula o suministra gas natural comprimido (GNC), gas natural licuado (GNL) o gas licuado de petróleo (GLP). Cuando los surtidores de gas natural comprimido o gas natural licuado se instalan debajo de una tapa ornamental o un gabinete, la tapa o el gabinete deben estar diseñados para evitar la acumulación o atrapamiento de vapores inflamables, o todo el equipo eléctrico instalado bajo la tapa ornamental o el gabinete debe ser

adecuado para lugares (clasificados como) peligrosos Clase I, División 2. Los dispositivos surtidores de gas licuado de petróleo se deben ubicar a no menos de 1.5 m (5 pies) de todo dispositivo surtidor para líquidos de Clase I. [30A: 12.1, 12.4, 12.5]

NOTA No. 1: Para información sobre la clasificación de áreas en las que se surten gases licuados del petróleo, véase la publicación NFPA 58-2008, Liquefied Petroleum Gas Code.

NOTA No.2: Para información sobre áreas clasificadas relacionadas con sistemas de GLP diferentes de los de uso comercial o residencial, véanse las normas NFPA 58-2008, Liquefied Petroleum Gas Code y NFPA 59-2004, Utility LP-Gas Plant Code.

NOTA No. 3: Con respecto a los despachos de combustible en muelles y marinas, véase la sección 555.21.

514.4 Alambrado y equipos instalados en lugares Clase I. Todo el alambrado y los equipos eléctricos instalados en lugares Clase I, como se clasifican en la sección 514.3, deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 501.

Excepción: Lo que permite la sección 514.8.

NOTA: En cuanto a los requisitos especiales para el aislamiento de los conductores, véase la sección 501.20.

514.7 Alambrado y equipos por encima de los lugares Clase I. El alambrado y los equipos por encima de los lugares Clase I, como se clasifican en la sección 514.3, deben cumplir lo establecido en la sección 511.7.

514.8 Alambrado subterráneo. El alambrado subterráneo debe estar instalado en conduit metálico rígido roscado o conduit metálico intermedio de acero roscado. Cualquier parte del alambrado eléctrico que esté bajo la superficie de un lugar de Clase I, División 1 o Clase I, División 2 [como se clasifica en la Tabla 514.3 (B) (1) y en la Tabla 514.3 (B) (2)], se debe sellar a una distancia máxima de 3.05 m (10 pies) del punto de salida sobre el suelo. Excepto para los reductores listados a prueba de explosión en el sello del conduit, no debe haber uniones, acoples cajas ni accesorios entre el sello del conduit y el punto de salida sobre el suelo. Consúltese la Tabla 300.5.

Excepción No.1: Se permitirá el uso de cable del tipo MI si se instala de acuerdo con el Artículo 332.

Excepción No.2: Se permitirá usar conduit rígido no metálico cuando esté enterrado a no menos de 600 mm (2 pies) de la cubierta. Cuando se use conduit rígido no metálico, en los últimos 600 mm (2 pies) del tramo subterráneo hasta que salga del suelo o hasta el punto de conexión con la canalización sobre el suelo se debe usar conduit metálico rígido roscado o conduit metálico intermedio de acero roscado. Se debe incluir un conductor de puesta a tierra de los equipos para proporcionar la continuidad eléctrica del sistema de canalizaciones y para la puesta a tierra de las partes metálicas no portadoras de corriente.

Tabla 514.3 (B) (1). Lugares Clase I - Despacho de combustible y estaciones de servicio

Lugar	Clase I, Grupo D División	Extensión del lugar clasificado 1
Tanque subterráneo Orificio de llenado	1	Cualquier foso o caja bajo el nivel del suelo o cualquier parte de estos que esté dentro de un lugar clasificado de División 1 o División 2, Zona 1 o Zona 2.
	2	Hasta 450 mm (18 pulgadas) sobre el nivel del suelo dentro de un radio horizontal de 3.0 m (10 pies) desde cualquier conexión de llenado holgada y dentro de un radio horizontal de 1.5 m (5 pies) desde una conexión de llenado hermética
Ventilación - descargando hacia arriba	1	Hasta 900 mm (3 pies) del extremo abierto del orificio de ventilación, en todas las direcciones
	2	Espacio entre 900 mm (3 pies) y 1.5 m (5 pies) del extremo abierto del orificio de ventilación, en todas las direcciones
Dispositivo[2, 5] o Unidad de despacho (excepto tipo colgante) [3]		
Fosos *(Pits)*	1	Cualquier foso o caja bajo el nivel del suelo, cualquier parte de los cuales esté dentro de un lugar clasificado de División 1 o División 2, Zona 1 o Zona 2. **Nota**: Con respecto a la clasificación del espacio dentro del envolvente del surtidor, véase la publicación Power - Operated Dispensing Devices for Petroleum Products, ANSI/UL 87-1995.
Surtidor	2	Hasta 450 mm (18 pulgadas) horizontalmente en todas las direcciones, y se extiende hasta el nivel del suelo desde el envolvente del surtidor o la parte del envolvente del surtidor que contenga componentes para la manipulación de los líquidos. **Nota**: Con respecto a la clasificación del espacio dentro del envolvente del surtidor, véase la publicación Power Operated Dispensing Devices for Petroleum Products, ANSI/UL 87-1995.
Exterior	2	Hasta 450 mm (18 pulgadas) sobre el nivel del suelo, y hasta 6.0 m (20 pies) horizontalmente desde cualquier borde del envolvente.
Interior con ventilación mecánica	2	Hasta 450 mm (18 pulgadas) sobre el nivel del suelo o piso, y hasta 6.0 m (20 pies) horizontalmente desde cualquier borde del envolvente.
Interior con ventilación por gravedad	2	Hasta 450 mm (18 pulgadas) sobre el suelo o nivel del piso, y hasta 7.5 m (25 pies) horizontalmente desde cualquier borde del envolvente.

Tabla 514.3 (B) (1). Lugares Clase I - Despacho de combustible y estaciones de servicio (Cont.)

Dispositivo Surtidor [5] De tipo colgante[3]	1 2 2	El espacio dentro del envolvente del surtidor y todos los equipos eléctricos integrados con la manguera o boquilla del surtidor. Un espacio que se extiende 450 mm (18 pulgadas) horizontalmente en todas las direcciones más allá del envolvente, y se extiende hasta el suelo. Hasta 450 mm (18 pulgadas) sobre el nivel del suelo, y hasta 6.0 m (20 pies) horizontalmente medidos desde un punto verticalmente por debajo del borde de cualquier envolvente del surtidor.
	1 2	Cualquier foso o caja bajo el nivel del suelo si cualquier parte está máximo a una distancia horizontal de 3.0 m (10 pies) desde cualquier borde de la bomba. Máximo a 900 mm (3 pies) desde cualquier borde de la bomba, en todas las direcciones. Además, hasta 450 mm (18 pulgadas) sobre el nivel del suelo y hasta 3.0 m (10 pies) horizontalmente desde cualquier borde de la bomba.
Bomba remota - interior	1 2	Todo el espacio dentro de cualquier foso. Hasta 1.5 m (5 pies) de cualquier borde de la bomba, en todas las direcciones. Además, hasta 900 mm (3 pies) sobre el nivel del suelo, y hasta 7.5 m (25 pies) horizontalmente desde cualquier borde de la bomba.
Zona de lubricación o de servicio - sin surtidor	2 2 2 2 No clasificado	Toda el área dentro de cualquier foso usado para lubricación o servicios similares en donde se puedan descargar líquidos de Clase I. Área de hasta 450 mm (18 pulgadas) sobre cualquiera de estos fosos, y que se extiende una distancia de 900 mm (3 pies) horizontalmente desde cualquier borde de éste. Toda el área sin ventilar dentro de cualquier foso, bajo el área del suelo o el área debajo del piso. Área de hasta 450 mm (18 pulgadas) sobre cualquier foso sin ventilar, área de trabajo bajo el suelo o debajo del piso, y se extiende hasta una distancia horizontal de 900 mm (3 pies) desde el borde de cualquier foso, área de trabajo bajo el nivel del suelo o área de trabajo debajo del piso. Cualquier foso, área de trabajo bajo el nivel del suelo o área de trabajo debajo del piso con ventilación por extracción a una tasa no menor de 0.3 m³/ minuto/m² (1 pie cúbico/minuto/pie2) de área del piso en todo el tiempo que esté ocupado el edificio, o cuando haya vehículos estacionados en esta área o sobre ella y el aire extraído se tome desde un punto ubicado hasta 300 mm (12 pulgadas) del piso del foso, área de trabajo bajo el nivel del suelo o área de trabajo debajo del piso.

Tabla 514.3 (B) (1). Lugares Clase I - Despacho de combustible y estaciones de servicio (Cont.)

Gabinete especial dentro de un edificio [4]	1	Todo la caja o gabinete
Salas de ventas, de almacenamiento y sanitarios	No clasificado	Si en estos cuartos hay alguna abertura que dé a un lugar de División 1, todo el cuarto se debe clasificar como de División 1.
Fosos para sistemas de procesamiento de vapores	1	Cualquier foso o caja bajo el nivel del suelo; cualquier parte de los mismos que esté dentro un lugar clasificado como de División 1 o División 2 o que albergue cualquier equipo utilizado para transportar o procesar vapores.
Equipos de procesamiento de vapores ubicados dentro de envolventes *(enclosures)* protectores. Nota: Véase la sección 10.1.7 del documento NFPA 30A-2008, Code for Motor Fuel Dispensing Facilites and Repair Garages.	2	Dentro de cualquier caja o gabinete protector que albergue equipos de procesamiento de vapores.
Equipos de procesamiento de vapores ubicados fuera de envolventes *(enclosures)* protectores (excepto tuberías y dispositivos de combustión).	2	El espacio de máximo 450 mm (18 pulgadas) en todas las direcciones desde los equipos que contengan vapores o líquidos inflamables, que se extiende hasta el nivel del suelo. Hasta 450 mm (18 pulgadas) sobre el nivel del suelo, y hasta 3.0 m (10 pies) horizontalmente desde el equipo de procesamiento de vapores.
Envolventes *(enclosures)* de equipos	1	Cualquier espacio dentro del gabinete en donde haya líquidos o vapores bajo condiciones normales de funcionamiento.
Ventiladores de vacío asistido	2	El espacio de máximo 450 mm (18 pulgadas) en todas las direcciones, y que se extiende hasta el nivel del suelo. Hasta 450 mm (18 pulgadas) sobre el nivel del suelo, y hasta 3.0 m (10 pies) horizontalmente.

[1] Para las aplicaciones marítimas, nivel del suelo significa la superficie de un muelle que se prolonga hacia abajo hasta el nivel del agua.

[2] Véase en la figura 514.3 una ilustración de lugares clasificados alrededor de los surtidores.

[3] Con un carrete de manguera montado en el cielo raso.

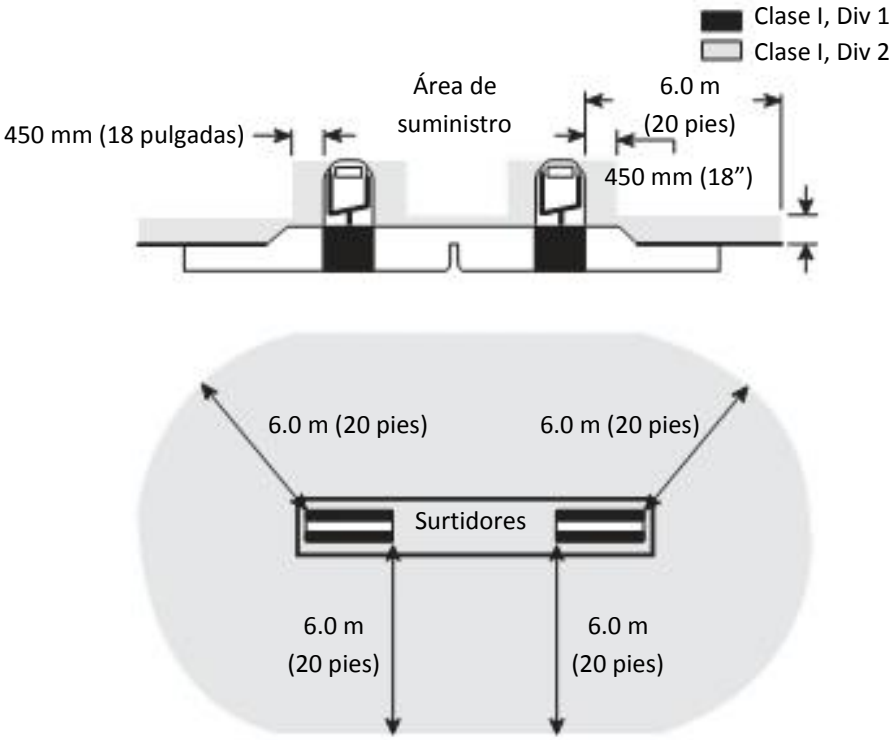
[4] **Nota**: Véase la sección 4.3.9 del documento NFPA 30A-2008, Code for Motor Fuel Dispensing Facilities and Repair Garages. [5]NLM: Con respecto a la clasificación de las áreas dentro del envolvente del surtidor, véase el documento ANSI/UL 87-1995, Power - Operated Dispensing Devices for Petroleum Products. [30A: Tabla 8.3.1]

Tabla 514.3 (B) (2). Áreas clasificadas para equipo eléctrico para dispositivos surtidores

Dispositivo Surtidor	Extensión del área clasificada	
	Clase I, División I	Clase I, División 2
Gas natural comprimido	Todo el espacio dentro del envolvente del surtidor.	1.5 m (5 pies) en todas las direcciones desde el envolvente del surtidor.
Gas natural licuado	Todo el espacio dentro del envolvente del surtidor y 1.5 m (5 pies) en todas las direcciones desde el envolvente del surtidor.	Desde 1.5 m hasta 3.0 m (5 pies hasta 10 pies) en todas las direcciones desde el envolvente del surtidor.
Gas licuado de petróleo	Todo el espacio dentro del envolvente del surtidor; 450 mm (18 pulgadas) desde la superficie exterior del envolvente del surtidor hasta una elevación de 1.2 m (4 pies) por encima de la base del surtidor; todo el foso o el espacio abierto debajo del surtidor y máximo a 6.0 m (20 pies) horizontalmente desde cualquier borde del surtidor cuando el foso o la zanja no están mecánicamente ventilados.	Hasta 450 mm (18 pulgadas) sobre el suelo y máximo a 6.0 m (20 pies) horizontalmente desde cualquier borde del envolvente del surtidor, incluyendo fosos y zanjas dentro de esta área cuando tienen ventilación mecánica adecuada.

[30A: Tabla 12.6.2]

Figura 514.3. Áreas clasificadas adyacentes a surtidores, como se indica en detalle en la Tabla 514.3 (B) (1). [30A: Figura 8.3.1]



514.9 Sellado.

(A) En el surtidor o despacho. En todos los tramos de conduit que entren o salgan de un surtidor o en cualquier cavidad o gabinete en comunicación directa con el surtidor, se debe instalar un sello listado. El accesorio de sellado debe ser el primer accesorio después de que el conduit salga de la tierra o del concreto.

(B) En los límites. Se deben instalar sellos adicionales de acuerdo con la sección 501.15. En los límites horizontales y verticales de los lugares definidos como de Clase I se deben aplicar las secciones 501.15 (A) (4) y (B) (2).

514.11 Desconectivos de los circuitos.

(A) Generalidades. Todos los circuitos que conduzcan a los surtidores o despacho, o que pasen a través de ellos, incluidos los equipos para sistemas de bombeo remoto, deben estar dotados de un interruptor u otro medio aceptable claramente identificado y fácilmente accesible, ubicado lejos de los dispositivos surtidores, para desconectar simultáneamente de la fuente de alimentación todos los conductores de los circuitos, incluido el conductor puesto a tierra, si lo hubiera.
No se permitirán interruptores automáticos monopolares que utilicen enclavamientos de las manijas de accionamiento.

(B) Despacho o de combustible y estaciones de autoservicio atendidas. Los controles de emergencia especificados en la sección 514.11 (A) se deben instalar en un lugar aceptable para la autoridad con jurisdicción, pero los controles no deben estar a más de 30 m (100 pies) de los surtidores. [30A: 6.7.1]

(C) Despacho de combustible y estaciones de autoservicio no atendidas. Los controles de emergencia especificados en la sección 514.11(A) se deben instalar en un lugar aceptable para la autoridad con jurisdicción, pero el control no debe estar a más de 6 m (20 pies) y a menos de 30 m (100 pies) de los surtidores. En cada grupo de surtidores o equipo de control exterior utilizado para controlar los surtidores, se deben instalar controles adicionales de emergencia. Los controles de emergencia deben interrumpir toda la potencia a todos los equipos surtidores de la estación. Los controles sólo se deben poder reposicionar manualmente de una manera aprobada por la autoridad con jurisdicción. [30A: 6.7.2]

> **NOTA**: Para información adicional, véase las secciones 6.7.1 y 6.7.2 de la publicación NFPA 30A-2008, Code for Motor Fuel Dispensing Facilities and Repair Garages.

514.13 Disposiciones para el mantenimiento y la reparación del equipo surtidor. Cada dispositivo surtidor debe estar equipado con un medio para retirar todas las fuentes de tensión externa, incluida la de retroalimentación, durante los períodos de mantenimiento y servicio del equipo surtidor. Se permitirá que la ubicación de este medio sea diferente dentro o adyacente al dispositivo surtidor. El medio debe poder bloquearse en posición abierta.

514.16 Puesta a tierra y unión. Todas las canalizaciones metálicas, cubierta metálica o armadura metálica sobre los cables, y todas las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos fijos o portátiles, independientemente de su tensión, deben estar puestos a tierra y unidos. La puesta a tierra y la unión en los lugares Clase I deben cumplir lo dispuesto en la sección 501.30.

ARTÍCULO 515
Plantas de almacenamiento a granel

NOTA: Las reglas que van seguidas por una referencia entre corchetes contienen texto que ha sido tomado de la norma NFPA 30-2008, Flammable and Combustible Liquids Code. Únicamente se han realizado cambios editoriales al texto tomado para hacerlo consistente con este Código.

515.1 Alcance. Este artículo trata de una propiedad o parte de ella donde se reciben líquidos inflamables en buques cisterna, tuberías, carro tanques o vehículos con tanque, y se almacenan o mezclan a granel con el fin de distribuir tales líquidos mediante buques cisterna, tuberías, carro tanques o vehículos con tanque, tanques portátiles o contenedores.

515.2 Definición.

Planta o terminal de almacenamiento a granel *(Bulk Plant or Terminal)*. Parte de una propiedad en la que se reciben líquidos en buques cisterna, tuberías, carro tanques o vehículos con tanque, y se almacenan o mezclan a granel con el fin de distribuir tales líquidos mediante buques cisterna, tuberías, carro tanques o vehículos con tanque, tanques portátiles o contenedores. [30: 3.3.32.1]

NOTA: Para mayor información, véase el documento Flammable and Combustible Liquids Code, NFPA 30 - 2008.

515.3 Lugares Clase I. Cuando se almacenen, manipulen o suministren líquidos de Clase I se debe aplicar la Tabla 515.3 y se debe usar para describir y clasificar las plantas de almacenamiento a granel. La clase de lugar I no se deben prolongar más allá de un piso, de una pared, de un techo o de otras divisiones sólidas de separación que no tengan aberturas de comunicación. [30: 8.1, 8.2.2]

NOTA No. 1: Las clasificaciones de área enumeradas en la tabla 515.3 se basan en la premisa de que la instalación cumple con los requisitos aplicables del documento NFPA 30-2008 Flammable and Combustible Liquids Code, Capítulo 5 en todos los aspectos. Si este no es el caso, la autoridad con jurisdicción tiene la autoridad para clasificar la prolongación del espacio clasificado.

NOTA No. 2: Con respecto a las estaciones surtidoras de gasolina en marinas y muelles, véase la sección 555.21.

Tabla 515.3. Clasificación eléctrica de las áreas

Lugar	NEC Clase I, División	Zona	Extensión del área clasificada
Equipo interior instalado de acuerdo con la sección 5.3 del documento NFPA 30, cuando bajo funcionamiento normal puedan existir mezclas inflamables de aire - vapor	1	0	La totalidad del área asociada con dicho equipo cuando hay gases o vapores inflamables continuamente o por largos periodos de tiempo.
	1	1	Área hasta 1.5 m (5 pies) de cualquier borde de tal equipo, que se extiende en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 1.5 m y 2.5 m (5 pies y 8 pies) de cualquier borde de tal equipo, que se extiende en todas las direcciones; también el espacio hasta 900 mm (3 pies) por encima del piso o el nivel del suelo desde 1.5 m hasta 7.5 m (5 pies a 25 pies) horizontalmente desde cualquier borde del equipo[1].
Equipo exterior del tipo tratado en la sección 5.3 del documento NFPA 30, cuando bajo funcionamiento normal pueda haber mezclas inflamables de aire - vapor.	1	0	La totalidad del área asociada con dicho equipo cuando hay gases o vapores inflamables continuamente o por largos periodos de tiempo.
	1	1	Área hasta 900 mm (3 pies) de cualquier borde de dicho equipo, que se extiende en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 900 mm (3 pies) y 2.5 m (8 pies) de cualquier borde de dicho equipo, que se extiende en todas las direcciones; también el espacio hasta 900 mm (3 pies) por encima del piso o el nivel del suelo desde 900 mm. hasta 3.0 m (3 pies a 10 pies) horizontalmente desde cualquier borde del equipo.
Instalaciones de tanques de almacenamiento dentro de edificios	1	1	Todo el equipo localizado debajo del nivel del suelo.
	2	2	Cualquier equipo localizado en el suelo o por encima de él.

Tabla 515.3. Clasificación eléctrica de las áreas (Cont.)

Lugar	NEC Clase I, División	Zona	Extensión del área clasificada
Tanque - sobre el suelo	1	0	Interior del tanque con techo fijo
	1	1	Área dentro del dique, en donde la altura de dicho dique es mayor que la distancia desde el tanque al dique por más del 50 por ciento de la circunferencia del tanque.
Casco, extremos o techo del tanque y área del dique	2	2	Hasta 3.0 m (10 pies) desde el casco del tanque, los extremos o el techo del tanque. También el espacio dentro del dique hasta el nivel superior del tanque.
Ventilación	1	0	Área dentro de la abertura o tubería de ventilación.
	1	1	Hasta 1.5 m (5 pies) del extremo abierto de la ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 1.5 m y 3.0 m (5 pies y 10 pies) desde el extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
Techo flotante con techo exterior fijo	1	0	Área entre las secciones del techo flotante y el techo fijo y dentro del casco del tanque.
Techo flotante sin techo exterior fijo	1	1	Área por encima del techo flotante y dentro del casco del tanque.
Abertura para llenado del tanque subterráneo	1	1	Cualquier foso o espacio bajo el nivel del suelo, si cualquier parte está dentro de un lugar clasificado como División 1 ó 2 o Zona 1 ó 2.
	2	2	Hasta 450 mm (18 pulgadas) sobre el nivel del suelo, dentro de un radio horizontal de 3.0 m (10 pies) desde cualquier conexión de llenado holgada y dentro de un radio horizontal de 1.5 m (5 pies) desde una conexión de llenado hermética.

Tabla 515.3. Clasificación eléctrica de las áreas (Cont.)

Lugar	NEC Clase I, División	Zona	Extensión del área clasificada
Ventilación - Descargando hacia arriba	1	0	Área interior de la abertura o tubería de ventilación.
	1	1	Hasta 900 mm (3 pies) del extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 900 mm y 1.5 m (3 pies y 5 pies) del extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
Llenado de barriles y contenedores - exterior o interior	1	0	Área dentro del barril o contenedor.
	1	1	Hasta 900 mm (3 pies) de las aberturas de ventilación y llenado, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 900 mm y 1.5 m (3 pies y 5 pies) desde la abertura de ventilación o llenado, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 450 mm (18 pulgadas) sobre el piso o el nivel del suelo dentro de un radio horizontal de 3.0 m (10 pies) desde las aberturas de ventilación o llenado.
Bombas, purgadores, accesorios de vaciado. En el interior	2	2	Hasta 1.5 m (5 pies) de cualquier borde de estos dispositivos, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 900 mm (3 pies) sobre el nivel del piso o suelo, y hasta 7.5 m (25 pies) horizontalmente desde cualquier borde de tales dispositivos.
En el exterior	2	2	Hasta 900 mm (3 pies) de cualquier borde de estos dispositivos, extendiéndose en todas las direcciones. Además hasta 450 mm (18 pulgadas) sobre el nivel del suelo y hasta 3.0 m (10 pies) horizontalmente desde cualquier borde de dichos dispositivos.

Tabla 515.3. Clasificación eléctrica de las áreas (Cont.)

Lugar	NEC Clase I, División	Zona	Extensión del área clasificada
Fosos y sumideros: Sin ventilación mecánica	1	1	Toda el área dentro del foso o sumidero si cualquier parte está dentro de un lugar clasificado como División 1 ó 2, o Zona 1 ó 2.
	2	2	Toda el área dentro del foso o sumidero si cualquier parte está dentro de un lugar clasificado como División 1 o 2, o Zona 1 ó 2.
Con ventilación mecánica adecuada			
Que contengan válvulas, accesorios o tuberías y no estén dentro de un lugar clasificado de la División 1 ó 2, o Zona 1 ó 2	2	2	Todo el foso o sumidero.
Zanjas de drenaje, separadores, estanques de captación. En el exterior	2	2	Área hasta 450 mm (18 pulgadas) sobre la zanja, separador o estanque. Además, área hasta 450 mm (18 pulgadas) sobre el nivel del suelo, y hasta 4.5 m (15 pies) horizontalmente desde cualquier borde.
En el interior			Igual que área clasificada para los fosos.
Camiones cisterna y vagones cisterna[2] con carga a través de un domo abierto	1	0	Área dentro del tanque
	1	1	Hasta 900 mm (3 pies) del borde del domo, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 900 mm y 4.5 m (3 pies y 15 pies) desde el borde del domo, extendiéndose en todas las direcciones.

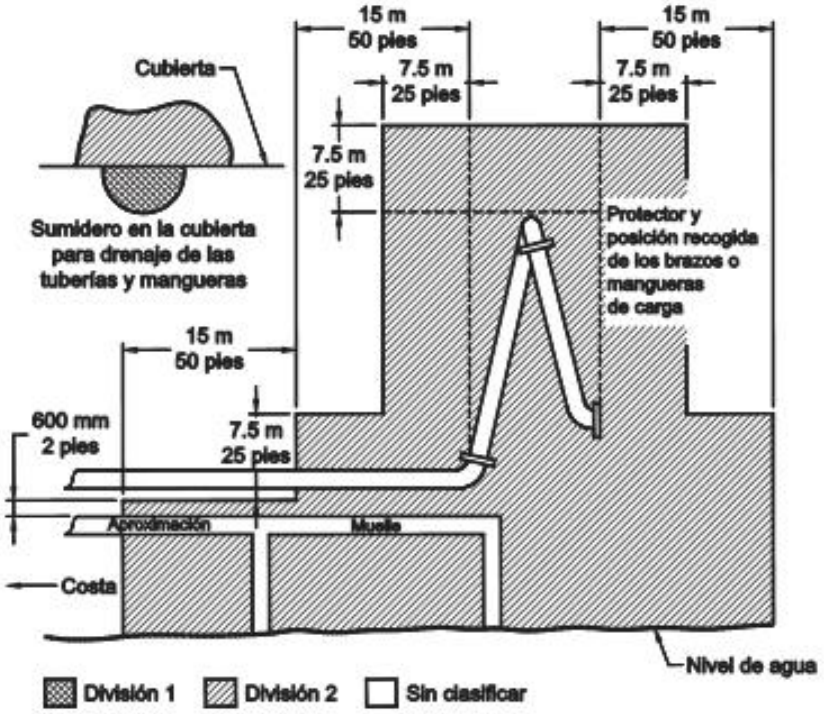
Tabla 515.3. Clasificación eléctrica de las áreas (Cont.)

Lugar	NEC Clase I, División	Zona	Extensión del área clasificada
Carga a través de conexiones en el fondo con ventilación atmosférica	1	0	Área dentro del tanque
	1	1	Hasta 900 mm (3 pies) del punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 900 mm y 4.5 m (3 pies y 15 pies) desde el punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 450 mm (18 pulgadas) sobre el suelo dentro de un radio horizontal de 3.0 m (10 pies) desde el punto de conexión de carga.
Oficinas y cuartos de baño	No clasificado		Si en estos cuartos hay alguna abertura dentro de la extensión de un lugar interior clasificado, el cuarto se debe clasificar lo mismo que si la pared, reborde o división no existieran.
Carga a través de domo cerrado con ventilación atmosférica	1	1	Hasta 900 mm (3 pies) del extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 900 mm y 4.5 m (3 pies y 15 pies) desde el extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones. Además hasta 900 mm (3 pies) del borde del domo extendiéndose en todas las direcciones.
Carga a través de domo cerrado con control de vapores	2	2	Hasta 900 mm (3 pies) del punto de conexión de las líneas tanto de llenado como de vapor, extendiéndose en todas las direcciones.

Tabla 515.3. Clasificación eléctrica de las áreas (Cont.)

Lugar	NEC Clase I, División	Zona	Extensión del área clasificada
Carga por el fondo del tanque con control de vapor y cualquier descarga por el fondo	2	2	Hasta 900 mm (3 pies) del punto de conexión, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 450 mm (18 pulgadas) sobre el suelo dentro de un radio horizontal de 3.0 m (10 pies) desde el punto de conexión.
Almacenamiento y taller de reparación de camiones cisterna	1	1	Todos los fosos o espacios bajo el nivel del piso.
	2	2	Área de hasta 450 mm (18 pulgadas) sobre el nivel del piso o del suelo en todo el garaje de almacenamiento o taller.
Garajes para vehículos diferentes de camiones cisterna	No clasificado		Si en estos cuartos hay alguna abertura dentro de la extensión de un lugar exterior clasificado, todo el cuarto se debe clasificar igual que la clasificación del área en el punto de la abertura.
Almacenaje exterior de barriles	No clasificado		
Recintos internos o casilleros de almacenamiento usados para el almacenamiento de líquidos de Clase I	2	2	Todo el recinto
Almacenamiento interior cuando no hay transferencia de líquidos inflamables	No clasificado		Si hay cualquier abertura hacia estos cuartos dentro de la extensión de un lugar interior clasificado, el cuarto se debe clasificar lo mismo que si la pared, reborde o división no existieran.
Muelles y embarcaderos			Véase la Figura 515.3

[1] La liberación de líquidos de Clase I puede generar vapores hasta el punto en que todo el edificio, y posiblemente la zona que lo rodea, deban considerarse lugares Clase I, División 2 o Zona 2.
[2] Al clasificar la extensión del área, se debe tener en cuenta el hecho de que los vagones y camiones cisterna pueden tener distintas posiciones. Por tanto, se deben usar los extremos de las posiciones de carga o descarga.
[30: Tabla 8.2.2]



Notas

(1) La "fuente de vapor" debe ser envolvente funcional y la posición de almacenamiento de la brida de conexión exterior del brazo (o manguera) de carga

(2) El área del atracadero adyacente a los tanques del buque cisterna y de la barcaza de carga se debe considerar de la División 2 hasta la siguiente distancia:
a. 7.6 m (25 pies) horizontalmente en todas las direcciones en el lado del muelle, a partir de la parte del casco en la que están los tanques de carga.
b. Desde el nivel del agua hasta 7.6 m (25 pies) sobre los tanques de carga en posición más alta.

(3) Es posible que tengan que ser clasificados lugares adicionales según lo exija la presencia de otras fuentes de líquidos inflamables en el atracadero, o de acuerdo con la legislación costera u otras reglamentaciones.

Figura 515.3. Terminal marítimo para manipulación de líquidos inflamables. [30: Figura 7.7.16]

515.4 Alambrado y equipos ubicados en lugares Clase I.
Todo el alambrado y los equipos eléctricos dentro de lugares Clase I, como se definen en la sección 515.3, deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 501 o del Artículo 505 para la división o zona en la cual se usan.

Excepción: Lo que permite la sección 515.8.

515.7 Alambrado y equipos sobre lugares Clase I.

(A) Alambrado fijo. Todo el alambrado fijo sobre lugares Clase I debe estar en canalizaciones metálicas, en conduit de PVC Cédula 80, o en cables de los tipos RTRC marcado con el sufijo -XW, MI, TC o MC.

(B) Equipos fijos. Los equipos fijos que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente,

tales como las lámparas y portalámparas del alumbrado fijo, cortacircuitos, interruptores, receptáculo, motores u otros equipos con contactos deslizantes o de establecer e interrumpir de un circuito, deben ser del tipo totalmente encerrado o estar construidos de modo que impidan la salida de chispas o partículas de metal caliente.

(C) Luminarias portátiles u otros equipos de utilización. Las luminarias portátiles u otros equipos de utilización y sus cordones flexibles deben cumplir lo establecido en el Artículo 501 o el Artículo 505 para la clase de lugar sobre el que estén conectados o se utilicen.

515.8 Alambrado subterráneo.

(A) Método de alambrado. El alambrado subterráneo debe estar instalado en conduit metálico rígido roscado o conduit metálico intermedio de acero roscado, o cuando esté enterrado a no menos de 600 mm (2 pies) de una cubierta, se permitirá que esté en conduit rígido no metálico o en un cable listado. Cuando se utilice conduit rígido no metálico, en los últimos 600 mm (2 pies) del tramo subterráneo hasta que salga del suelo o hasta el punto de conexión con la canalización sobre el suelo, se debe usar conduit metálico rígido roscado o conduit metálico intermedio de acero roscado. Cuando se usa cable, el tramo desde el punto más bajo del nivel del cable enterrado hasta el punto de conexión con la canalización sobre el suelo se deberá encerrar en conduit metálico rígido roscado o conduit metálico intermedio de acero roscado.

(B) Aislamiento. El aislamiento de los conductores debe cumplir lo establecido en la Sección 501.20.

(C) Alambrado no metálico. Cuando se utilice conduit rígido no metálico o cables con cubierta no metálica, se debe incluir un conductor de puesta a tierra de equipos, que dé continuidad eléctrica al sistema de canalización y para poner a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente.

515.9 Sellado. Los requisitos de sellado se deben aplicar a los límites horizontales y verticales de los lugares definidos como de Clase I. Las canalizaciones y los cables enterrados bajo lugares Clase I se deben considerar como si estuvieran dentro de un lugar de Clase I, División 1 o Zona 1.

515.10 Equipos especiales - Surtidores de gasolina. Cuando se suministre gasolina u otros líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables en las estaciones de almacenamiento a granel, se deben aplicar las disposiciones pertinentes del Artículo 514.

515.16 Puesta a tierra y unión. Todas las canalizaciones metálicas, las cubiertas metálicas o armaduras metálicas sobre cables y todas las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos fijos o portátiles, independientemente de su tensión, se deben poner a tierra y unir como se establece el Artículo 250.
La puesta a tierra y la unión en los lugares Clase I debe cumplir lo dispuesto en la sección 501.30 para lugares Clase I, División 1 y 2, y en la sección 505.25 para lugares Clase I, Zona 0, 1 y 2.

> **NOTA**: Con respecto a información sobre puesta a tierra para protección contra la electricidad estática, véanse las secciones 4.5.3.4 y 4.5.3.5 del documento Flammable and Combustible Liquids Code, NFPA 30 – 2008.

ARTÍCULO 516
Procesos de aplicación por rociado, procesos de inmersión y recubrimiento

NOTA: Las reglas que van seguidas por una referencia entre corchetes contienen texto que ha sido tomado de las normas NFPA 33-2007, Standard for Spray Application Using Flammable and Combustible Materials o NFPA 34-2007, Standard for Dipping and Coating Processes Using Flammable or Combustible Liquids. Únicamente se han realizado cambios editoriales al texto tomado para hacerlo consistente con este Código.

516.1 Alcance. Este Artículo trata sobre la aplicación periódica o frecuente de líquidos inflamables, líquidos combustibles y polvos combustibles mediante operaciones de rociado, y de la aplicación de líquidos inflamables o combustibles a temperaturas superiores a su punto de inflamación, mediante operaciones de inmersión, recubrimiento u otros medios.

NOTA: Para mayor información sobre las medidas de seguridad para estos procesos, tales como protección contra incendios, instalación de señales de precaución y medidas de mantenimiento, véanse las publicaciones NFPA 33-2007, Standard for Spray Application Using Flammable and Combustible Materials, y NFPA 34-2007, Standard for Dipping and Coating Processes Using Flammable or Combustible Liquids. Para más información sobre ventilación, véase la publicación NFPA 91-2004, Standard for Exhaust Systems for Air Conveying of Vapors, Gases, Mists, and Noncombustible Particulate Solids.

516.2 Definiciones. Para los propósitos de este artículo se deben aplicar las siguientes definiciones:

Área de rociado. Normalmente, lugares fuera de los edificios o de operaciones localizadas dentro de un recinto o espacio grande. Por lo general está equipado con algún sistema local de extracción/ventilación del vapor. En operaciones automatizadas, los límites del área deben ser el área máxima en la trayectoria directa de las operaciones de rociado. En operaciones manuales, los límites del área deben ser el área máxima de rociado cuando se dirige a 180 grados hacia la superficie de aplicación.

Cabina de rociado. Envolvente o inserto dentro de un recinto grande, usado para aplicaciones de rociado/recubrimiento/inmersión. Una cabina de rociado puede estar totalmente encerrada o tener una parte o superficie frontal abierta, y puede incluir una entrada y una salida separada para el transportador. La cabina de rociado está equipada con ventilación por extracción dedicada, pero puede extraer aire de alimentación desde el recinto grande o tener un suministro de aire dedicado.

Recinto de rociado. Recinto encerrado a propósito, construido para aplicaciones de rociado/recubrimiento/ inmersión equipado con ventilación dedicada con impulsión y extracción. Normalmente, el recinto se configura para alojar el elemento que se va a pintar, proporcionando un acceso razonable alrededor del elemento/proceso. Dependiendo del tamaño del elemento que se pinta, los recintos pueden en realidad constituir la totalidad del edificio o su parte principal.

516.3 Clasificación de los lugares. La clasificación se basa en las cantidades peligrosas de vapores inflamables, y nieblas, residuos, polvos o depósitos combustibles.

(A) Lugares Clase I, División I o Clase I, Zona 0. Los siguientes espacios se deben considerar de Clase I, División I o Clase I, Zona 0, según sea aplicable:

(1) El interior de cualquier contenedor abierto o cerrado de un líquido inflamable.

(2) El interior de cualquier tanque de inmersión o tanque de recubrimiento.

NOTA: Con respecto a directrices adicionales y los diagramas explicativos, véanse las publicaciones NFPA 33-2007, Standard for Spray Application Using Flammable or Combustible Materials, sección 4.3.5 y NFPA 34-2007, Standard for Dipping and Coating Processes Using Flammable or Combustible Liquid, secciones 4.2, 4.3, y 4.4.

(B) Lugares Clase I o Clase II, División 1. Los siguientes espacios se deben considerar de Clase I, División I, o Clase I, Zona 1, o Clase II, División 1, según sea aplicable:

(1) El interior de las cabinas y recintos de rociado, excepto lo establecido específicamente en la sección 516.3 (D).

(2) El interior de los ductos de extracción.

(3) Cualquier área en la trayectoria directa de las operaciones de rociado.

(4) Para las operaciones abiertas de inmersión y recubrimiento, todos los espacios dentro de una distancia radial de 1.5 m (5 pies) desde las fuentes de vapor, y que se prolongan desde esas superficies hasta el piso. La fuente de vapor debe ser el líquido expuesto en el proceso y la placa de goteo y cualquier objeto sumergido o recubierto del que sea posible medir concentraciones de vapor que superen el 25 por ciento del límite inferior de inflamación a una distancia de 300 mm (1 pie) desde el objeto en cualquier dirección.

(5) Los sumideros, fosos o canales bajo el nivel del suelo, ubicados hasta a 7.5 m (25 pies) horizontalmente de una fuente de vapor. Si los sumideros, fosos, o canales se prolongan más allá de 7.5 m (25 pies) desde la fuente de vapor, se debe instalar una barrera de vapor, o se deben clasificar como de Clase I, División 1 en toda su longitud.

(6) Todo el espacio exterior, en todas direcciones, pero a una distancia máxima de 900 mm (3 pies) de contenedores abiertos, contenedores de suministro, pistolas limpiadoras por rociado y unidades de destilación de solventes que contienen líquidos inflamables.

(C) Lugares Clase I o Clase II, División 2. Los siguientes lugares se deben considerar como de Clase I, División 2, o Clase I, Zona 2, o Clase II, División 2, según sea aplicable:

(1) Rociado abierto. Para las operaciones de rociado abierto, todo el espacio exterior al proceso y a una distancia máxima de 6 m (20 pies) horizontalmente y 3 m (10 pies) verticalmente del lugar Clase I División I o Clase I, Zona 1, como

se define en la sección 516.3(A) y no separado de él por divisiones. Véase la Figura 516.3 (C) (1). [33: 6.5.1].

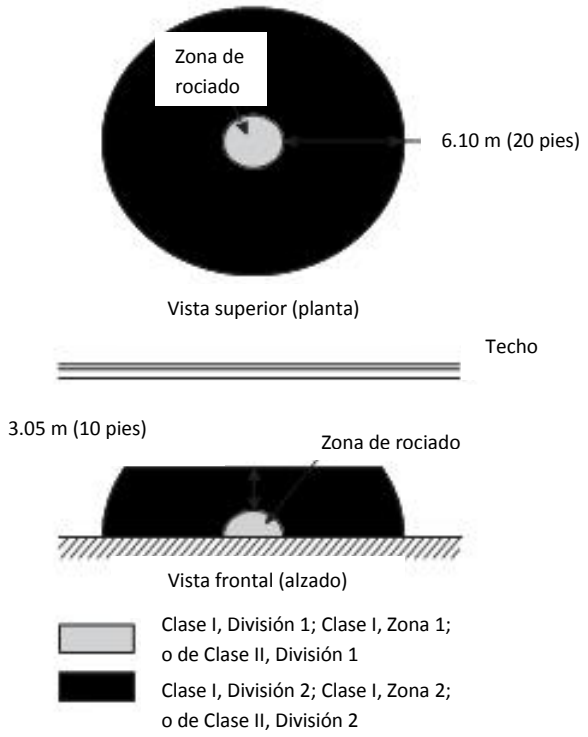
(2) Rociado con techo cerrado, abierto por la cara y abierto por el frente. Si las operaciones de rociado se realizan dentro de un recinto o cabina cerrados por arriba y abiertos por la cara o abiertos por el frente, todo el alambrado o equipos de utilización eléctricos ubicados fuera del recinto o cabina, pero dentro de los límites designados como de División 2 o de Zona 2 en la Figura 516.3 (C) (2), deben ser adecuados para lugares Clase I, División 2, Clase I, Zona 2 o para Clase II, División 2, según el que sea aplicable. Los lugares Clase I, División 2, Clase I, Zona 2 o Clase II, División 2 que se ilustran en la Figura 516.3 (C) (2), se deben prolongar desde los bordes de la cara abierta o frente abierto del recinto o cabina, de acuerdo con lo siguiente:

(a) Si el sistema de ventilación por extracción está enclavado con el equipo de aplicación de rociado, entonces el lugar de División 2 o Zona 2 se debe prolongar 1.5 m (5 pies) horizontalmente y 900 mm (3 pies) verticalmente desde la cara abierta o frente abierto del recinto o cabina, como se indica en la parte superior de la Figura 516.3 (C) (2).

(b) Si el sistema de ventilación por extracción no está enclavado con el equipo de aplicación de rociado, entonces el lugar de División 2 o Zona 2 se debe prolongar 3 m (10 pies) horizontalmente y 900 mm (3 pies) verticalmente desde la cara o frente abierto del recinto o cabina, como se indica en la parte inferior de la Figura 516.3 (C) (2).

Para efectos de esta subsección, enclavado debe significar que el equipo de aplicación por rociado no puede ser operado a menos que el sistema de ventilación por extracción este operando y funcionando adecuadamente y que dicho equipo de aplicación por rociado se detendrá automáticamente si el sistema de ventilación por extracción falla. [33: 6.5.2.2]

Figura 516.3 (C) (1) Clasificación eléctrica de las áreas para áreas de rociado abierto. [33: Figura 6.5.1].



(3) Rociado con techo abierto. Para operaciones de rociado realizadas dentro de una cabina con el techo abierto, el espacio de 900 mm (3 pies) verticalmente sobre la cabina y hasta de 900 mm (3 pies) de otras aberturas de la cabina, se debe considerar como de Clase I, División 2; Clase I, Zona 2 o Clase II, División 2. [33: 6.5.3]

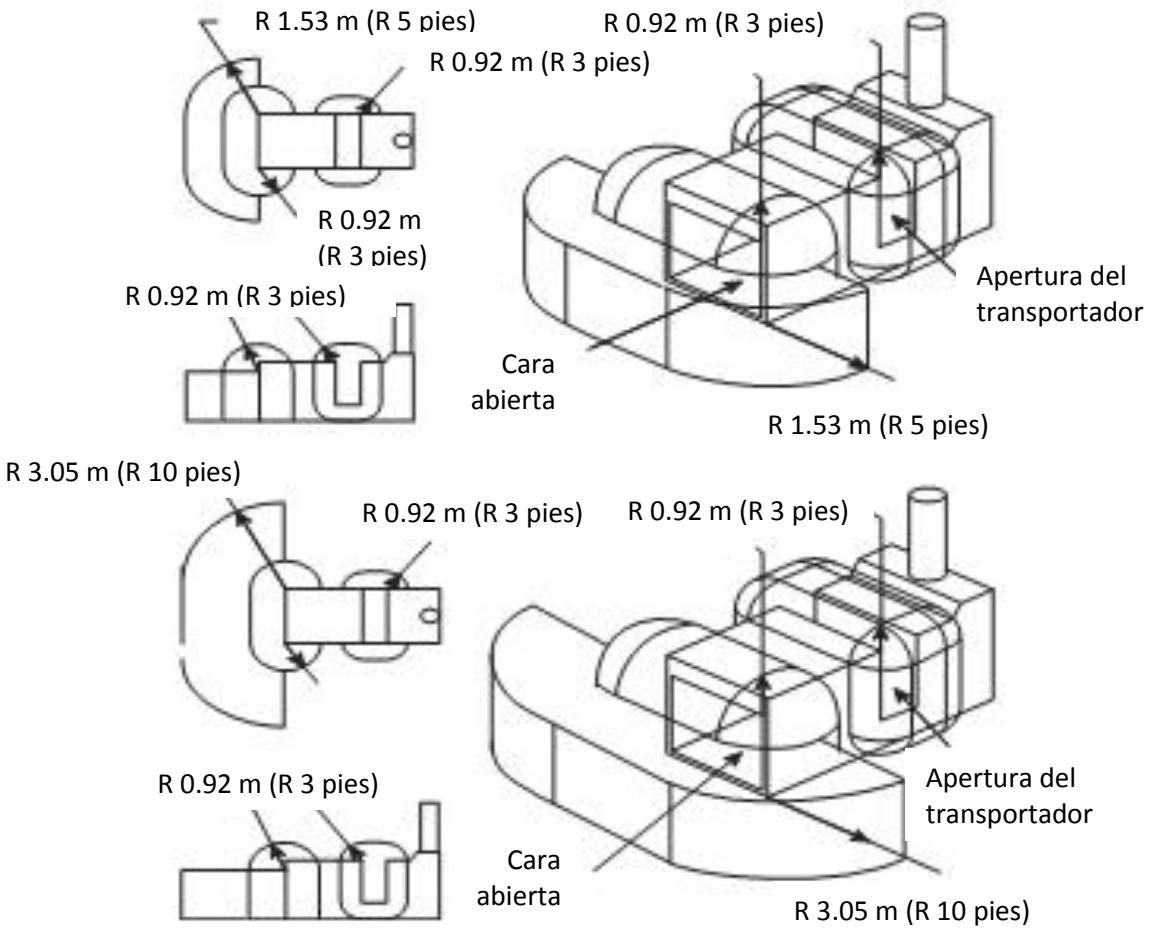


Figura 516.3 (C) (2) Lugares Clase I, División2; Clase I, Zona 2 o igura516.3 (C) (4) Lugares Clase I, División2; Clase I, Zona 2 o Clase II, División 2 adyacentes a un recinto o una cabina de Clase II, División 2 adyacentes a un recinto o una cabina de rociado cerrados por arriba, abiertos por la cara o abiertos por rociado encerrados. [33: Figura 6.5.4] el frente. [33: Figuras 6.5.2(a) y 6.5.2 (b)]

(4) Cabinas y recintos encerrados. Para operaciones de rociado confinadas a una cabina o recinto encerrado, el espacio hasta de 900 mm (3 pies) en todas las direcciones, desde cualquier abertura, se debe considerar como un lugar de Clase I, División 2; o Clase I, Zona 2 o Clase II, División 2, como se ilustra en la Figura 516.3 (C) (4). [33: 6.5.4]

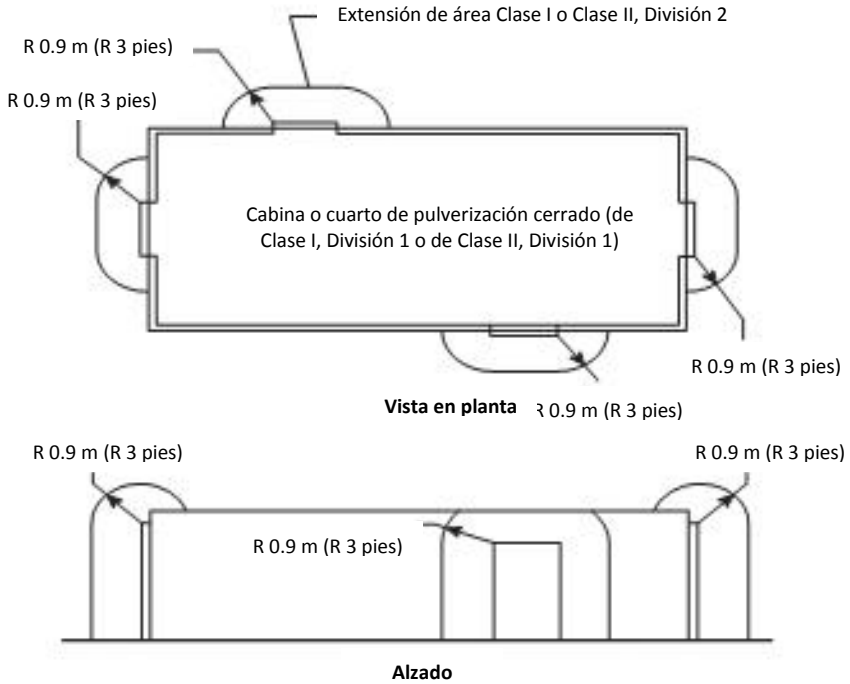


Figura 516.3 (C) (4) Lugares Clase I, División 2; Clase I, Zona 2 o Clase II, División 2 adyacentes a un recinto o una cabina de rociado encerrados [33: Figura 6.5.4]

(5) Tanques de inmersión y placas de goteo - espacio circundante. Para los tanques de inmersión y las placas de goteo, el espacio de 914 mm (3 pies) que rodea el lugar de Clase I, División 1, o Clase I, Zona 1 como se define en la sección 516.3 (A) (4), y como se ilustra en la Figura 516.3 (C) (5). [34: 6.4.4]

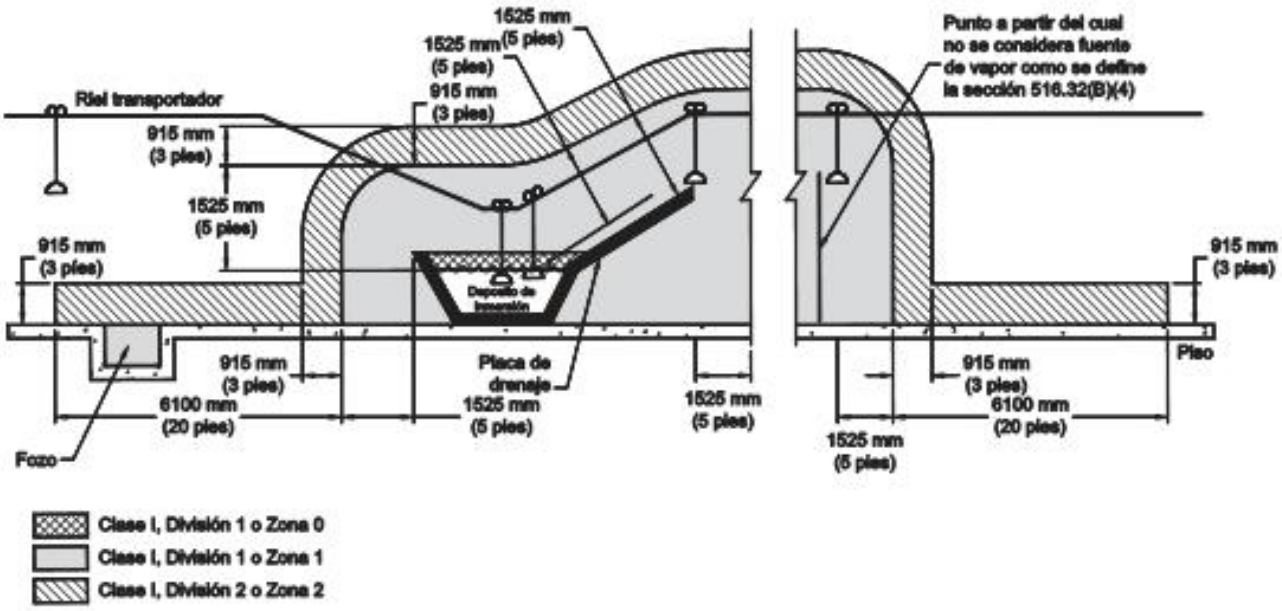


Figura 516.3 (C) (5). Clasificación eléctrica de las áreas para procesos abiertos sin contención de vapor o ventilación. [34: Figura 6.4(a)]

(6) Tanques de inmersión y placas de goteo - espacio por encima del piso. Para los tanques de inmersión y las placas de goteo, el espacio de 900 mm (3 pies) por encima del piso y que se extiende hasta 6 m (20 pies) horizontalmente en todas las direcciones desde el lugar de Clase I, División 1 o Clase I, Zona 1.

Excepción: No se exigirá que este espacio sea considerado como un lugar (clasificado como) peligroso cuando el área de la fuente de vapor es de 0.46 m^2 (5 $pies^2$) o menos, y el contenido del tanque abierto, cuba o contenedor no pase de 19 litros (5 galones). Además, la concentración de vapor durante los periodos de funcionamiento y de parada no debe superar el 25 por ciento del límite inferior de inflamación fuera del lugar de Clase I especificado en la sección 516.3 (B) (4). [34: 6.4.4, Excepción]

(7) Contenedores abiertos. Todo el espacio, en todas las direcciones, hasta una distancia de 600 mm (2 pies) del área de División 1 o Zona 1 alrededor de contenedores abiertos, contenedores de suministro, pistolas limpiadoras por rociado y unidades de destilación de solventes que contienen líquidos inflamables, así como el área que se prolonga 1.5 m (5 pies) más allá del área de División 1 o Zona 1 hasta una altura de 460 mm (18 pulgadas) por encima del piso o del nivel del suelo. [33: 6.6.2]

(D) Operaciones de recubrimiento e inmersión encerradas. El espacio adyacente a un aparato o proceso de inmersión o de recubrimiento encerrado se debe considerar no clasificado. [34: 6.5.3]

Excepción: El espacio hasta de 900 mm (3 pies) en todas las direcciones desde cualquier abertura en el envolvente, se debe clasificar como un lugar de Clase I, División 2 o Clase I, Zona 2, según sea aplicable. [34: 6.5.2]

(E) Lugares adyacentes. Los lugares adyacentes que estén separados de los lugares definidos como de Clase I o Clase II mediante divisiones herméticos sin aberturas de comunicación y dentro de los que no sea probable que se produzcan fugas de vapores inflamables o polvos combustibles, deben ser lugares no clasificados.

(F) Lugares no clasificados. Si así lo estima la autoridad con jurisdicción, se permitirá que los lugares en los que se utilicen aparatos de secado, curado o fusión dotados con ventilación mecánica de presión positiva adecuada para evitar la acumulación de concentraciones inflamables de vapores y equipados de un medio eficaz de enclavamiento para desenergizar todos los equipos eléctricos (diferentes de los equipos identificados para lugares Clase I) en caso de falla del equipo de ventilación, sean lugares no clasificados.

NOTA: Para mayor información sobre las medidas de seguridad, véase la publicación NFPA 86-2007, Standard for Ovens and Furnace.

516.4 Alambrado y equipos en lugares Clase I.

(A) Alambrado y equipos - vapores. Todo el alambrado y el equipo eléctrico dentro de lugares Clase I (que sólo contengan vapores, no residuos) definidos en la sección 516.3, debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 501 o del Artículo 505, según sea aplicable.

(B) Alambrado y equipos - vapores y residuos. A menos que estén listados específicamente para lugares que contengan depósitos de cantidades peligrosas de vapores, nieblas, residuos, polvos o depósitos inflamables o combustibles (según sea aplicable), no debe haber equipos eléctricos en ninguna de las áreas de rociado definidas aquí, en las que se puedan acumular fácilmente depósitos de residuos combustibles, excepto el alambrado en conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, cables del tipo MI o en cajas o accesorios metálicos que no contengan empalmes, derivaciones ni conexiones terminales. [33: 6.4.2]

(C) Iluminación. La iluminación de áreas fácilmente inflamables a través de paneles de vidrio u otro material transparente o translúcido se permitirá únicamente si cumple las siguientes condiciones:

(1) Como fuente de iluminación se utilizan unidades fijas de alumbrado.

(2) El panel aísla eficazmente los lugares Clase I del área donde está ubicada la unidad de alumbrado.

(3) La unidad de alumbrado está identificada para este lugar específico.

(4) El panel es de un material tal, o está protegido de manera que sea poco probable que se rompa.

(5) La instalación está hecha de modo que las acumulaciones normales de residuos peligrosos sobre la superficie del panel no alcanzarán temperaturas peligrosas por la radiación o conducción desde la fuente de alumbrado.

(D) Equipo portátil. En las áreas de rociado y durante estas operaciones, no se deben utilizar luminarias eléctricas portátiles ni otros equipos de utilización portátiles.

Excepción No. 1: Cuando sean necesarias luminarias eléctricas portátiles para operaciones en espacios no iluminados fácilmente por el alumbrado fijo dentro del área de rociado, deben ser de un tipo identificado para lugares Clase I, División 1 o Clase I, Zona 1 donde pueda haber residuos fácilmente inflamables. [33: 6.9, Excepción]

Excepción No. 2: Cuando se utilicen aparatos eléctricos portátiles de secado en las cabinas de retoque de pintura de automóviles y se cumplan todos los requisitos siguientes:

(a) El aparato y sus conexiones eléctricas no están ubicados dentro del envolvente de rociado durante las operaciones de rociado.

(b) Los equipos eléctricos a una distancia no mayor de 450 mm (18 pulgadas) del piso están identificados para lugares Clase I, División 2 o Clase I, Zona 2.

(c) Todas las partes metálicas de los aparatos de secado están eléctricamente unidos y puestas a tierra.

(d) Hay enclavamientos para impedir la operación del equipo de rociado mientras el aparato de secado está dentro del envolvente de rociado; para permitir una purga de 3 minutos del envolvente antes de energizar el aparato de secado, y

para apagar el aparato de secado en caso de falla del sistema de ventilación.

(E) Equipos electrostáticos. Los equipos electrostáticos de rociado o remoción del exceso de material de recubrimiento se deben instalar y utilizar sólo como se indica en la sección 516.10.

NOTA: Para mayor información, véase la publicación NFPA 33-2007, Standard for Spray Application Using Flammable or Combustible Material

516.7 Alambrado y equipos fuera de lugares Clase I y II.

(A) Alambrado. Todo el alambrado fijo por encima de los lugares Clase I y II debe estar en canalizaciones metálicas, conduit rígido no metálico o tubería eléctrica no metálica, o deben ser cables del tipo MI, TC o MC. Se permitirá instalar canalizaciones en pisos celulares metálicos sólo para la alimentación de las salidas en el cielo raso o de las extensiones hasta el área bajo el piso de los lugares Clase I o II; pero dichas canalizaciones no deben tener conexiones que terminen o atraviesen lugares Clase I o II por encima del piso, a menos que se instalen sellos adecuados.

(B) Equipos. Los equipos que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como las lámparas y portalámparas de alumbrado fijo, cortacircuitos, interruptores, receptáculos, motores u otros equipos con contactos deslizantes o de establecer e interrumpir, cuando estén instalados sobre un lugar Clase I o II o sobre un lugar en donde se manipulen productos recién terminados, deben ser del tipo totalmente encerrado o estar construidos de modo que impidan el escape de chispas o partículas de metal caliente.

516.10 Equipos especiales.

(A) Equipo electrostático fijo. Esta sección se debe aplicar a cualquier equipo que utilice elementos cargados electrostáticamente para la atomización, carga y/o precipitado de materiales peligrosos para recubrir objetos o para otros fines similares en los que el dispositivo de carga o atomización esté unido a un soporte o manipulador mecánico. Se deben incluir dispositivos robóticos. Esta sección no se debe aplicar a dispositivos que se sujeten o manipulen con la mano. Cuando el robot o los procedimientos de programación involucren la operación manual del brazo del robot mientras se hace el rociado y existen altas tensiones, se deben aplicar las disposiciones de la sección 516.10 (B). La instalación del equipo de rociado electrostático debe cumplir las secciones 516.10 (A) (1) hasta (A) (10). El equipo de rociado debe estar listado. Todos los sistemas de equipos electrostáticos automáticos deben cumplir las condiciones de las secciones 516.4 (A) (1) hasta (A) (9).

(1) Equipo de fuerza y control. Los transformadores, fuentes de alimentación de alta tensión, aparatos de control y demás piezas eléctricas del equipo, deben instalarse fuera de los lugares Clase I como se definen en la sección 516.3, o ser de un tipo identificado para el lugar.

Excepción: Se permitirá instalar en lugares Clase I rejillas de alta tensión, electrodos y cabezales electrostáticos de atomización y sus conexiones.

(2) Equipo electrostático. Los electrodos y los cabezales electrostáticos de atomización deben estar soportados adecuadamente en lugares permanentes y deben estar aislados eficazmente de tierra. Se debe considerar que cumplen con

esta sección los electrodos y cabezales electrostáticos de atomización que estén fijos permanentemente a sus bases, soportes, mecanismos de movimiento alternativos o robots.

(3) Puntas de conductores de alta tensión. Los puntos de los conductores de alta tensión deben estar debidamente aislados y protegidos contra daños mecánicos o contra la exposición a productos químicos destructivos. Cualquier elemento expuesto a alta tensión debe estar soportado en forma eficaz y permanentemente sobre aisladores adecuados y debe estar protegido eficazmente contra contactos o puesta a tierra accidentales.

(4) Soporte de piezas. Las piezas que se vayan a recubrir mediante estos procesos deben estar colgadas de soportes colgantes o transportadores. Estos soportes colgantes o transportadores deben estar instalados de modo que: (1) aseguren que las piezas que se van a recubrir estén conectadas eléctricamente a tierra con una resistencia de 1 mega ohm o menos y (2) se prevenga que las piezas oscilen.

(5) Controles automáticos. Los aparatos electrostáticos deben estar equipados con medios automáticos que desenergicen rápidamente los elementos de alta tensión si se produce alguna de las circunstancias siguientes:

(1) Detención de los ventiladores o falla del equipo de ventilación por cualquier causa.
(2) Detención del transportador de piezas a través de una zona de alta tensión, a menos que esta detención sea necesaria por una condición del proceso de rociado.
(3) Se presenta excesiva fuga de corriente en cualquier punto del sistema de alta tensión.
(4) Desenergización de la entrada de tensión al primario de la fuente de alimentación.

(6) Puesta a tierra. Todos los objetos conductores de electricidad en el área de rociado, excepto los que por exigencias del proceso deban mantenerse a alta tensión, se deben poner a tierra adecuadamente. Este requisito se debe aplicar a los recipientes de pintura, cubos de lavado, protectores, conectores de mangueras, abrazaderas y cualquier otro objeto o dispositivo conductor de la electricidad que pueda haber en el área.

NOTA: Para mayor información sobre puesta a tierra y unión para propósitos de electricidad estática, véanse las publicaciones NFPA 33-2007 Standard for Spray Application Using Flammable or Combustible Materials; NFPA 34-2007, Standard for Dipping and Coating Processes Using Flammable or Combustible Liquids; y NFPA 77-2007, Recommended Practice on Static Electricity.

(7) Separación. Alrededor del equipo, o incorporado al mismo, se deben instalar protectores adecuados como cabinas, vallas, barandillas, enclavamientos u otros medios que, bien por su ubicación, naturaleza, o ambas cosas, aseguren que se

mantiene una separación segura del proceso.

(8) Anuncios. Se deben instalar anuncios notablemente visibles para:

(1) Designar la zona del proceso como peligrosa, con relación a incendio y accidente.
(2) Identificar los requisitos de puesta a tierra de todos los objetos eléctricamente conductores en el área de rociado.
(3) Limitar el acceso exclusivamente a las personas calificadas.

(9) Aisladores. Todos los aisladores se deben mantener limpios y secos.

(10) Equipos diferentes de los no incendiarios. Los equipos de rociado que no se puedan clasificar como no incendiarios, deben cumplir con (A) (10) (a) y (A) (10) (b).

(a) Los transportadores o soportes colgantes deben estar instalados de modo que mantengan una distancia de seguridad que sea como mínimo el doble de la distancia de chispeo entre los productos que se pintan y los electrodos, los cabezales electrostáticos de atomización o los conductores cargados. Se deben fijar advertencias que indiquen esta distancia de seguridad. [33: 11.4.1]

(b) El equipo debe tener un medio automático para desenergizar rápidamente los elementos de alta tensión en caso de que la distancia entre los productos que se pintan y los electrodos o cabezales electrostáticos de atomización se reduzca a un valor inferior al especificado en el literal (a). [33: 11.3.8]

(B) Equipo electrostático de rociado manual. Esta sección se debe aplicar a cualquier equipo que utilice elementos cargados electrostáticamente para la atomización, carga y/o precipitación de materiales para el recubrimiento de artículos o para otros fines similares en los que el dispositivo atomizador se sujete con la mano o se manipule durante la operación de rociado. Los equipos y dispositivos de rociado manual electrostático que se utilicen en operaciones de pintura por rociado, deben estar listados y cumplir con las secciones 516.10 (B) (1) hasta (B) (5).

(1) Generalidades. Los circuitos de alta tensión deben estar diseñados de modo que no produzcan chispas de intensidad suficiente como para encender las mezclas aire-vapor más fácilmente inflamables que se puedan encontrar, ni haya peligro de choque eléctrico considerable si entran en contacto con un objeto puesto a tierra bajo todas las condiciones de funcionamiento normales. Los elementos expuestos y cargados electrostáticamente de la pistola manual deben tener la capacidad de ser energizados sólo mediante un accionador que controle también el suministro del material de recubrimiento.

(2) Equipos de energía. Los transformadores, bloques de energía, aparatos de control y todas las otras partes eléctricas de los equipos, deben estar ubicados fuera del lugar de Clase I o estar identificados para su uso en ese lugar.

Excepción: Se permitirá usar en lugares Clase I la propia pistola manual

y sus conexiones con el suministro de energía.

(3) Empuñadura. La empuñadura de la pistola de rociado debe estar conectada eléctricamente a tierra mediante una conexión metálica y estar fabricada de modo que el operador, utilizándola en la posición normal de funcionamiento, esté en contacto eléctrico estrecho con la empuñadura puesta a tierra, para evitar la acumulación de cargas estáticas en su cuerpo. Se deben instalar anuncios en lugares notablemente visibles que adviertan sobre la necesidad de poner a tierra a todas las personas que entren en la zona de rociado.

(4) Equipo electrostático. Todos los objetos eléctricamente conductores en la zona de rociado deben estar puestos a tierra adecuadamente. Este requisito se debe aplicar a los recipientes de pintura, cubos de lavado y cualquier otro objeto o dispositivo conductor eléctrico que esté en el área. Los equipos deben llevar una advertencia notablemente visible y permanentemente instalada que indique la necesidad de esta puesta a tierra.

NOTA: Para mayor información sobre puesta a tierra y unión para propósitos de electricidad estática, véanse las publicaciones NFPA 33-2007 Standard for Spray Application Using Flammable or Combustible Materials; y NFPA 34-2007, Standard for Dipping and Coating Processes Using Flammable or Combustible Liquids; y NFPA 77-2007, Recommended Practice on Static Electricity.

(5) Soporte de objetos. Los objetos que se estén pintando se deben mantener en contacto metálico con el transportador u otro soporte puesto a tierra. Los ganchos se deben limpiar periódicamente para asegurar una puesta a tierra eficaz de 1 mega ohm o menos. Siempre que sea posible, las partes de contacto deben ser puntas agudas o bordes afilados. Los puntos de soporte del objeto se deben ocultar del rociado aleatorio, cuando resulte viable y, cuando los objetos que se estén rociando estén sostenidos de un transportador, el punto de sujeción al transportador debe estar ubicado de modo que no recoja material de rociado durante su funcionamiento normal. [33: Capítulo 12]

(C) Recubrimiento en polvo. Esta sección se debe aplicar a los procesos en los que se aplican polvos combustibles secos. Los riesgos asociados a los polvos combustibles están presentes en dichos procesos, en un grado que depende de la composición química del material, el tamaño, la forma y la distribución de las partículas.

(1) Equipo eléctrico y fuentes de ignición. Los equipos eléctricos y otras fuentes de ignición deben cumplir los requisitos del Artículo 502. Las luminarias eléctricas portátiles y otros equipos de utilización no se deben usar en lugares Clase II durante la operación de los procesos de acabado. Cuando se usen dichas luminarias o equipos de utilización durante las operaciones de limpieza y reparación, deben ser de un tipo identificado para lugares Clase II, División 1 y todas las partes metálicas expuestas deben estar conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción: Cuando sea necesario usar luminarias eléctricas

portátiles para operaciones en espacios no iluminados fácilmente por el alumbrado fijo dentro del área de rociado, estas deben ser de un tipo listado para lugares Clase II, División 1, cuando pueda haber residuos fácilmente inflamables.

(2) Equipos fijos de rociado electrostático. A estos equipos se les debe aplicar las disposiciones de las secciones 516.10 (A) y 516.10 (C) (1).

(3) Equipos manuales de rociado electrostático. A estos equipos se les debe aplicar las disposiciones de las secciones 516.10 (B) y 516.10 (C) (1).

(4) Lecho fluidificado electrostático. El lecho fluidificado electrostático y el equipo asociado deben ser de un tipo identificado. Los circuitos de alta tensión deben estar diseñados de modo que cualquier descarga que se produzca cuando los electrodos de carga del lecho se aproximen o hagan contacto con un objeto puesto a tierra, no tenga una intensidad suficiente para encender cualquier mezcla de polvo y aire que pueda haber, ni se produzca un riesgo apreciable de choque eléctrico.

(a) Los transformadores, paquete de energía, aparatos de control y todas las otras partes eléctricas de los equipos deben estar instalados fuera del área de recubrimiento con polvo, o de lo contrario deben cumplir los requisitos de la sección 516.10 (C) (1).

Excepción: Se permitirá que los electrodos de carga y sus conexiones a la fuente de alimentación estén dentro del área de recubrimiento con polvo.

(b) Todos los objetos eléctricamente conductores dentro del área de recubrimiento con polvo deben estar adecuadamente puestos a tierra. El equipo de recubrimiento con polvo debe llevar una advertencia notablemente visible y permanentemente instalada sobre la necesidad de poner a tierra esos objetos.

NOTA: Para mayor información sobre puesta a tierra y unión para propósitos de electricidad estática, véanse las publicaciones NFPA 33-2007 Standard for Spray Application Using Flammable or Combustible Materials; NFPA 34-2007, Standard for Dipping and Coating Processes Using Flammable or Combustible Liquids y NFPA 77-2007, Recommended Practice on Static Electricity.

(c) Los objetos que se están recubriendo se deben mantener en contacto eléctrico (menos de 1 mega ohm) con el transportador u otro soporte para garantizar una puesta a tierra adecuada. Los soportes colgantes se deben limpiar periódicamente para asegurar un contacto eléctrico efectivo. Las áreas de contacto eléctrico deben ser puntas agudas o bordes afilados, cuando sea posible.

(d) Los equipos eléctricos y suministros de aire comprimido deben estar enclavados con el sistema de ventilación, de modo que los

equipos no se puedan operar a menos que los ventiladores estén funcionando. [33: Capítulo 15]

516.16 Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, las armaduras metálicas o forros metálicos sobre los cables, y todas las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos fijos o portátiles, independientemente de su tensión, deben estar puestos a tierra y unidos. La puesta a tierra y la unión deben cumplir con las secciones 501.30, 502.30 o 505.25, según sea aplicable.

ARTÍCULO 517
Instalaciones para el cuidado de la salud

NOTA: Las reglas que van seguidas por una referencia entre corchetes contienen texto que ha sido tomado de las normas NFPA 99-2005, Standard for Health Care Facilities y NFPA 101-2006, Life safety Code. Únicamente se han realizado cambios editoriales al texto tomado para hacerlo consistente con este Código.

I. Generalidades

517.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se deben aplicar a los criterios de construcción e instalación eléctrica en instalaciones para el cuidado de la salud que prestan servicios a las personas. Los requisitos de las Partes II y III se aplican no sólo a los edificios con una sola función; también están proyectados para ser aplicados individualmente a sus respectivas ocupaciones dentro de un edificio multifuncional (por ejemplo, una sala de examen médico ubicada dentro de un centro de cuidados limitados, debería cumplir lo establecido en la sección 517.10).

NOTA: Para información sobre el funcionamiento, mantenimiento y criterios de ensayos, consúltense los documentos adecuados para instalaciones para el cuidado de la salud.

517.2 Definiciones.

Alumbrado de trabajo. Equipos de alumbrado mínimos requeridos para realizar los trabajos necesarios en las áreas descritas, incluido el acceso seguro a los suministros y equipos y el acceso a las salidas.

Analgesia relativa. Estado de sedación y bloqueo parcial de la percepción del dolor que se produce en un paciente por la inhalación de concentraciones de óxido nitroso insuficiente para producir la pérdida de la conciencia (sedación consciente).

Anestésicos inflamables. Gases o vapores, tales como el fluroxeno, ciclopropano, éter divinílico, cloruro de etilo, éter etílico y etileno, que pueden formar mezclas inflamables o explosivas con el aire, oxígeno o gases reductores tales como el óxido nitroso.

Área de cuidado de pacientes. Cualquier parte de una instalación del cuidado de la salud en la que se examinan o tratan los pacientes. Las áreas de una instalación del cuidado de la salud en las que se administran cuidados a los pacientes se clasifican en áreas de cuidado general o áreas de cuidado crítico. El personal directivo del centro designa esas áreas de acuerdo con el tipo de cuidados previstos a los pacientes y con las siguientes definiciones de la clasificación de áreas.

NOTA: Las oficinas, pasillos, salas de espera, salas de descanso, comedores o similares, no se clasifican normalmente como áreas de cuidado de pacientes.

Áreas de cuidado general. Las áreas de cuidado general son las de camas de dormir de los pacientes, salas de reconocimiento, salas de tratamiento, clínicas y áreas similares en las que está previsto que el paciente entre en contacto con artefactos eléctricos normales, tales como sistema de llamado de enfermeras, camas eléctricas, lámparas de examen, teléfonos y dispositivos de entretenimiento. [99, 2005]

Áreas de cuidado crítico. Aquellas unidades de cuidados especiales, unidades de cuidados intensivos, unidades de cuidado coronario, laboratorios para angiografías, laboratorios de cateterismo cardiaco, salas de expulsión, quirófanos y áreas similares en las que se prevé que los pacientes estarán sometidos a procesos invasivos y unidos a dispositivos de electromedicina conectados a la red.

Lugares de procedimiento mojado. Espacios dentro de las áreas de cuidado de los pacientes donde se realiza un procedimiento y que normalmente están sometidos a condiciones mojadas mientras están presentes los pacientes. Se incluyen líquidos estancados en el piso o que se moje el área de trabajo, en cualquier caso muy cerca del paciente o del personal. No definen como un lugar mojado los procedimientos normales de limpieza o el derramamiento accidental de líquidos.

Casa con atención de enfermeros. Edificio o parte de éste, utilizado para dar albergue y cuidados de enfermería, las 24 horas del día, a cuatro o más personas que por su incapacidad física o mental es posible que no puedan satisfacer sus propias necesidades y seguridad sin la ayuda de otra persona. [99: 3.3.129]

Corriente de riesgo. Para un número determinado de conexiones en un sistema eléctrico separado, es la corriente total que fluiría a través de una baja impedancia si se conectara entre cualquier conductor separado y la tierra.

Corriente de riesgo de falla. Corriente de riesgo de un sistema eléctrico separado con todos sus dispositivos conectados, excepto el monitor de línea separada.

Corriente de riesgo del monitor. Corriente de riesgo sólo del monitor de línea separada.

Corriente de riesgo total. Corriente de riesgo de un sistema separado con todos los dispositivos conectados, incluido el monitor de línea separada.

Corriente de riesgo de falla. Véase Corriente de riesgo.

Corriente de riesgo del monitor. Véase Corriente de riesgo.

Corriente de riesgo total. Véase Corriente de riesgo.

Estación de enfermeras. Áreas destinadas a brindar un centro de actividades para un grupo de enfermeras que atienden pacientes en cama, en las que se reciben las llamadas de los pacientes, se despachan las enfermeras, se hacen los avisos y notas escritas para las enfermeras, se preparan los cuadros clínicos de los pacientes y se preparan las medicinas para distribución a los pacientes. Cuando dichas actividades se desarrollan en más de un lugar dentro de una unidad de enfermería, todas estas áreas separadas se deben considerar como parte de la estación de enfermeras.

Equipo eléctrico de soporte de vida. Equipo alimentado eléctricamente cuya operación continua es necesaria para mantener con vida un paciente. [99: 3.3.37]

Equipo diatérmico para terapia de alta frecuencia. Equipo terapéutico de calefacción dieléctrica y por inducción.

Fuente alternativa de energía. Uno o más grupos electrógenos o sistemas de baterías, cuando están permitidos, proyectados para suministrar energía durante la interrupción del servicio de electricidad normal, o el servicio de la compañía eléctrica suministradora destinado a proporcionar energía durante la interrupción del

servicio proporcionado normalmente por instalaciones generadoras en el inmueble.

Hospital. Edificio o parte de él, utilizado para cuidados médicos, psiquiátricos, obstétricos o quirúrgicos, las 24 horas del día, para cuatro o más pacientes internos. [101: 3.3.124]

Hospital psiquiátrico. Edificio utilizado exclusivamente para el cuidado psiquiátrico a cuatro o más pacientes internos durante las 24 horas del día.

Inmueble de ocupación para el cuidado de la salud ambulatoria. Edificio o parte de él usado para prestar servicios o tratamiento simultáneamente a cuatro o más pacientes, que presta uno o más de los siguientes servicios a pacientes de consulta externa:

(1) Tratamiento que hace que el paciente sea incapaz de tomar acción para su autopreservación, en condiciones de emergencia, sin la asistencia de otros.

(2) Anestesia que hace que el paciente sea incapaz de tomar acción para su autopreservación, en condiciones de emergencia, sin la asistencia de otros.

(3) Cuidado urgente o de emergencia para pacientes que, debido a la naturaleza de su enfermedad o sus lesiones, son incapaces de tomar acción para su autopreservación, en condiciones de emergencia, sin la asistencia de otros. [101: 3.3.168.1]

Instalación de cuidados limitados. Edificio o parte de él, que funciona las 24 horas del día para albergar a cuatro o más personas incapaces de valerse por sí mismas debido a su edad, a limitaciones físicas causadas por accidente o enfermedad o a limitaciones mentales, tales como retraso mental, discapacidades del desarrollo, enfermedad mental o dependencia de productos químicos. [99: 3.3.97]

Instalación de rayos X de régimen momentáneo. Un régimen basado en un intervalo de funcionamiento que no supera los cinco segundos.

Instalación de rayos X de régimen prolongado. Un régimen basado en un intervalo de funcionamiento de cinco minutos o más.

Instalación móvil de rayos X. Equipo de rayos X montado en una base permanente con ruedas, rodajas o una combinación de ambas, para facilitar su movimiento cuando está ensamblado totalmente.

Instalación portátil de rayos X. Equipo de rayos X diseñado para ser transportado en la mano.

Instalación transportable de rayos X. Equipo de rayos X que se puede instalar en un vehículo o que se puede desmontar fácilmente para transportarlo en un vehículo.

Instalaciones para el cuidado de la salud. Edificios o partes de ellos, en los cuales se presta cuidado médico, odontológico, siquiátrico, de enfermería, obstétrico o quirúrgico. Las instalaciones para el cuidado de la salud incluyen, pero no se limitan a hospitales, casas con cuidado de enfermeras, centros de cuidados limitados, clínicas, consultorios médicos y dentales y centros de cuidados ambulatorios, ya sean permanentes o móviles.

Lugar para anestesia. Cualquier área de una instalación designada para ser utilizada en la

administración por inhalación de cualquier agente anestésico inflamable o no inflamable, durante el curso normal de un examen o tratamiento médico, incluido el uso de dichos agentes como analgésicos relativos.

Lugares para la administración de anestésicos inflamables. Cualquier área de la instalación que ha sido designada para ser utilizada para la administración por inhalación de cualquier agente anestésico inflamable durante el curso normal de un examen o tratamiento.

Monitor de línea separada. Instrumento de prueba diseñado para comprobar continuamente la impedancia equilibrada y desequilibrada de cada línea de un circuito separado a tierra y equipado con un circuito incorporado de prueba para accionar la alarma sin aumentar la fuga de la corriente de riesgo.

Proximidad al cuidado de los pacientes. En un área utilizada normalmente para el cuidado de los pacientes, la proximidad al cuidado de los pacientes es el espacio con cuyas superficies es probable que entren en contacto el paciente o un asistente que pueda tocar al paciente. En una habitación típica de pacientes, abarca un espacio dentro de la habitación no inferior a 1.8 m (6 pies) más allá del perímetro de la cama en su posición nominal y que se extiende verticalmente no menos de 2.3 m (7 ½ pies) por encima del piso. [99: 3.3.140]

Punto para puesta a tierra del equipo para pacientes. Conector o terminal que sirve como punto colector para la puesta a tierra redundante de los artefactos eléctricos ubicados en la proximidad al cuidado de los pacientes o para la puesta a tierra de otros elementos con el fin de eliminar problemas de interferencias electromagnéticas. [99: 3.3.141]

Punto para puesta a tierra de referencia. Es la barra conductora de puesta tierra del panel de distribución o del panel del sistema separado de energía, que alimenta al área de cuidado de pacientes.

Ramal crítico. Subsistema de un sistema de emergencia, compuesto por alimentadores y circuitos ramales que suministran energía al alumbrado de trabajo, circuitos de alimentación especiales y receptáculos seleccionados para alimentar áreas y funciones relacionadas con la atención al paciente y que están conectados a fuentes alternativas de energía por uno o más interruptores de transferencia durante la interrupción de la fuente de energía normal. [99: 3.3.26]

Ramal de seguridad para la vida. Subsistema del sistema de emergencia, compuesto de alimentadores y circuitos ramales que cumplen los requisitos del Artículo 700, proyectado para suministrar la energía necesaria para garantizar la seguridad de los pacientes y del personal y que se conecta automáticamente a fuentes alternativas de energía durante una interrupción de la fuente de energía normal. [99: 3.3.96]

Receptáculos seleccionados. Número mínimo de receptáculos para conectar los artefactos utilizados normalmente para tareas locales o que es probable que se utilicen en caso de emergencia en el cuidado de los pacientes.

Sistema eléctrico esencial. Sistema compuesto por fuentes alternativas de energía y todos los sistemas de distribución y los equipos auxiliares conectados, diseñado para asegurar la continuidad de la energía eléctrica a determinadas áreas y funciones de una instalación para el cuidado de la salud durante un corte de la fuente de energía normal, y además para reducir al mínimo las interrupciones dentro del sistema interno de alambrado. [99: 3.3.44]

Sistema de emergencia. Sistema de circuitos y equipos proyectado para suministrar energía eléctrica alternativa a un número limitado de funciones prescritas vitales para la protección de la vida y de la seguridad. [99: 3.3.41]

Sistema de equipos. Sistema de circuitos y equipos dispuestos para la conexión retardada, automática o manual a la fuente alternativa de energía y que da servicio principalmente a instalaciones eléctricas trifásicas.

Sistema separado de energía. Sistema que consta de un transformador de aislamiento o su equivalente, un monitor de línea separada y sus conductores de circuito no puestos a tierra.

Superficies conductoras expuestas. Superficies capaces de conducir corriente eléctrica y que no están protegidas, encerradas ni resguardadas, por lo que permiten el contacto personal. Las pinturas, el anodizado y los revestimientos similares no se consideran un aislante adecuado, a menos que estén listados para dicho uso.

Transformador de aislamiento. Transformador del tipo de devanado múltiple, con los devanados primario y secundario separados físicamente, que acopla inductivamente su devanado secundario a los sistemas del alimentador puesto a tierra que energizan su devanado primario.

Ubicación de la cama de un paciente. Ubicación de la cama de dormir de un paciente, o cama o mesa de procedimientos utilizada en un área de cuidado crítico. [99: 3.3.137]

II. Alambrado y protección

517.10 Aplicabilidad.

(A) Aplicabilidad. Esta Parte II se debe aplicar a las áreas de cuidado de pacientes de todas las instalaciones de asistencia médica.

(B) Sin aplicación. La Parte II no se debe aplicar a:

(1) Oficinas, pasillos, salas de espera y similares en clínicas, consultorios médicos y odontológicos e instalaciones de atención de pacientes externos.

(2) Áreas de casa con atención de enfermeras y centros de cuidados limitados alambrados de acuerdo con lo establecido en los Capítulos 1 a 4 de este Código, cuando estas áreas se utilicen exclusivamente como dormitorios para pacientes.

NOTA: Véase la publicación Life Safety Code®, NFPA 101®-2006.

517.11 Criterios generales de instalación y construcción. El propósito de este artículo es establecer los criterios generales de instalación y los métodos de alambrado que reduzcan al mínimo los riesgos eléctricos mediante el mantenimiento de unas diferencias de potencial adecuadamente bajas, sólo entre las superficies conductoras expuestas que tengan probabilidad de energizarse y puedan entrar en contacto con el paciente.

NOTA: En una instalación para cuidado de la salud es difícil prevenir que se produzcan trayectorias conductoras o capacitivas desde el cuerpo del paciente a algún objeto puesto a tierra, ya que esta trayectoria se puede establecer accidentalmente o a través de los instrumentos conectados directamente al paciente. Por tanto, otras superficies conductoras de eléctricidad que puedan hacer contacto adicional con el paciente o los instrumentos que pueden estar conectados a él, se convierten en posibles fuentes de corriente eléctrica que puede atravesar el cuerpo del paciente. Este riesgo crece cuando aumenta el número de aparatos que pueden estar asociados con el paciente, y en consecuencia, es necesario tomar mayores precauciones. El control del riesgo de descarga eléctrica exige que la limitación de las corrientes eléctricas que puedan pasar por un circuito eléctrico que involucre el cuerpo del paciente, se haga aumentando la resistencia del circuito conductor del que forma parte el paciente, o aislando las superficies expuestas que se podrían energizar, además de reducir las diferencias de potencial que se puedan presentar entre las superficies conductoras expuestas que pueda haber en la proximidad al cuidado del paciente, o por la combinación de estos métodos. Se presenta un problema especial con los pacientes que tienen una trayectoria exteriorizada conductora directa al músculo cardíaco; el paciente puede ser electrocutado con niveles de corriente tan bajos que es necesario establecer una mayor protección cuando se diseñan los artefactos, el aislamiento de los catéteres y se exige control de la práctica médica.

517.12 Métodos de alambrado. Excepto lo modificado en este Artículo, los métodos de alambrado deben cumplir los requisitos aplicables de los Capítulos 1 a 4 de este Código.

517.13 Puesta a tierra de los receptáculos y equipos eléctricos fijos en las áreas de cuidado de pacientes. El alambrado en las áreas de cuidado de pacientes debe cumplir con las secciones 517.13 (A) y (B).

(A) Métodos de alambrado. Todos los circuitos ramales que alimentan las áreas de cuidado de pacientes deben tener una trayectoria eficaz de las corrientes de fallas a tierra, mediante su instalación en un sistema de canalizaciones metálicas o en un cable con ensamble de forro o armadura metálica. El sistema de canalizaciones metálicas o el ensamble de armadura o forro metálicos del cable deben calificar por sí mismos como un conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con la sección 250.118.

(B) Conductor aislado de puesta a tierra de equipos. Los terminales de puesta a tierra de todos los receptáculos y todas las superficies conductoras no portadoras de corriente de los equipos eléctricos fijos con probabilidad de energizarse, que estén sujetos al contacto con las personas y que funcionen a más de 100 voltios, se deben conectar a un conductor, de cobre y aislado, de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos debe estar dimensionado de acuerdo con la Tabla 250.122 y debe estar instalado en canalizaciones metálicas o como parte de cables listados que tenga un ensamble de forro o armadura metálica con los conductores de los circuitos ramales que alimentan estos receptáculos o equipos fijos.

Excepción No. 1: Se permitirá que las placas frontales metálicas estén conectadas

al conductor de puesta a tierra de equipos por medio de un(os) tornillo(s) metálicos de montaje que aseguren las placas frontales a una caja de salida puesta a tierra o a un dispositivo de alambrado puesto a tierra.

Excepción No. 2: Se permitirá que las luminarias ubicadas a más de 2.3 m (7 ½ pies) sobre el piso, y los interruptores localizados fuera de la proximidad al cuidado de los pacientes, estén conectadas a una trayectoria de retorno de puesta a tierra de equipos que cumpla con la sección 517.13 (A).

517.14 Unión de los paneles de distribución. Las barras conductoras terminales de puesta a tierra de los equipos de los paneles de distribución de los circuitos ramales normales y esenciales que alimenten la misma área individual de proximidad al cuidado de los pacientes, se deben conectar juntos con un conductor continuo de cobre aislado de calibre no inferior al 10 AWG. Cuando dos o más paneles de distribución alimenten la misma área individual de proximidad al cuidado de los pacientes son alimentados desde interruptores de transferencia separados en el sistema de emergencia, las barras conductoras terminales de puesta a tierra de los equipos de estos paneles de distribución se deben conectar juntos con un conductor continuo de cobre aislado de calibre no inferior al 10 AWG. Se permitirá que este conductor no sea continuo para que termine en la barra conductora terminal de puesta a tierra de los equipos en cada uno de los paneles.

517.16 Receptáculos con terminales de puesta a tierra aislado. Los receptáculos con terminales de puesta a tierra aislado como lo permite la sección 250.146(D), deben estar identificados; dicha identificación debe ser visible después de su instalación.

NOTA: Al especificar un sistema de este tipo con receptáculos con terminales de puesta a tierra aislado, es necesario tomar las máximas precauciones porque la impedancia de puesta a tierra se controla únicamente por los conductores de puesta a tierra de equipos y no se beneficia funcionalmente de ninguna trayectoria de puesta a tierra en paralelo. Por lo general, este tipo de instalación se usa cuando es necesario reducir el ruido eléctrico (interferencia electromagnética) y se deben evitar trayectorias paralelas de puesta a tierra.

517.17 Protección contra fallas a tierra.

(A) Aplicabilidad. Los requisitos de la sección 517.17 se deben aplicar a hospitales y otros edificios (incluidos aquellos con múltiples ocupaciones) con áreas de cuidado crítico o que utilizan equipo eléctrico de soporte de vida, y a edificios que brindan los servicios o productos esenciales que se requieren para el funcionamiento de áreas de cuidado crítico o del equipo eléctrico de soporte de vida.

(B) Alimentadores. Cuando se provea protección contra fallas a tierra para el funcionamiento del medio de desconexión de la acometida o del alimentador, como se establece en las secciones 230.95 ó 215.10, se debe instalar un paso adicional de protección contra fallas a tierra en todo el siguiente nivel del medio de desconexión del alimentador aguas abajo hacia la carga. Tal protección debe consistir de dispositivos de protección contra sobrecorriente y transformadores de corriente u otro equipo protector equivalente que haga que se abra el medio de desconexión del alimentador.

Los niveles adicionales de protección contra fallas a tierra no se deben instalar:

(1) En el lado de la carga de un interruptor de transferencia de un sistema eléctrico

esencial.

(2) Entre los grupos generadores en sitio, descritos en la sección 517.35 (B) y el(los) interruptor(es) de transferencia del sistema eléctrico esencial.

(3) En sistemas eléctricos en estrella no puestos a tierra sólidamente con más de 150 voltios a tierra pero que no superen los 600 voltios entre fases.

(C) Selectividad. La protección contra fallas a tierra para la operación de los medios de desconexión de la acometida y del alimentador debe ser totalmente selectiva, de modo que, en caso de fallas a tierra en el lado de la carga del dispositivo del alimentador, se abra el dispositivo de protección del alimentador y no el de la acometida. Entre las bandas de disparo de los dispositivos de protección contra fallas a tierra de la acometida y del alimentador debe haber una separación mínima de seis ciclos. El tiempo de operación de los dispositivos de desconexión se debe considerar en la selección del tiempo de separación entre estas dos bandas, para conseguir una selectividad del 100%.

NOTA: Con respecto a la transferencia de la fuente alternativa cuando se aplica la protección contra fallas a tierra, véase la sección 230.95, NOTA.

(D) Pruebas. Cuando se instale por primera vez el equipo de protección contra fallas a tierra, se debe hacer una prueba de desempeño para cada nivel, para asegurar el cumplimiento con la sección 517.17 (C).

517.18 Áreas de cuidado general

(A) Ubicación de la cama de un paciente. Cada ubicación de la cama de un paciente debe estar alimentada por lo menos por dos circuitos ramales, uno procedente del sistema de emergencia y otro del sistema normal. Todos los circuitos ramales del sistema normal deben originarse en el mismo panel de distribución.

Excepción No. 1: No se exigirá que los circuitos ramales utilizados únicamente para salidas o receptáculos para propósitos especiales, tales como las salidas para los equipos portátiles de rayos X, estén alimentados desde el mismo panel o paneles de distribución.

Excepción No. 2: Los requisitos de la sección 517.18 (A) no se deben aplicar a las ubicaciones de las camas de los pacientes en clínicas, consultorios médicos y odontológicos e instalaciones de atención ambulatoria, hospitales psiquiátricos, hospitales para desintoxicación y rehabilitación de abuso de drogas, dormitorios de centro de atención con enfermeras y centros de cuidados limitados que cumplan los requisitos de la sección 517.10 (B) (2).

Excepción No. 3: No se exigirá que una ubicación para la cama de un paciente de cuidado general, alimentado por dos interruptores de transferencia separados en el sistema de emergencia, tenga circuitos del sistema normal.

(B) Receptáculos en ubicación para la cama de un paciente. Cada ubicación para la cama de un paciente debe estar alimentado como mínimo por cuatro receptáculos. Se permitirá que los receptáculos sean de tipo sencillo, doble o una combinación de ambos. Todos los receptáculos, ya sean cuatro o

más, deben estar listados como de "grado hospitalario" e identificados como tales. El terminal de puesta a tierra de cada receptáculo debe estar conectado a un conductor de puesta a tierra de equipos de cobre aislado dimensionado de acuerdo con lo establecido en la Tabla 250.122.

Excepción No. 1: Los requisitos de la sección 517.18 (B) no se deben aplicar a hospitales psiquiátricos, hospitales dedicados a la desintoxicación y rehabilitación por abuso de drogas que cumplan los requisitos de la sección 517.10 (B) (2).

Excepción No. 2: En las habitaciones psiquiátricas de seguridad no se exigirá que haya instaladas salidas para receptáculos.

NOTA: No se pretende que se cambien inmediatamente todos los receptáculos que no sean del "tipo hospitalario". No obstante, sí se pretende que cuando sea necesario cambiar, renovar o modificar los receptáculos existentes, se utilicen sólo receptáculos de "grado hospitalario".

(C) Ubicaciones pediátricos. Los receptáculos localizados dentro de las habitaciones, baños, salas de juego, salas de actividades y áreas de cuidado de pacientes en pabellones pediátricos deben ser listados y resistentes a la manipulación indebida (“TR”) o deben tener una cubierta listada resistente a la manipulación (“TR”).

517.19 Áreas de cuidados críticos.

(A) Circuitos ramales ubicados en la cama de un paciente. Cada ubicación para la cama de un paciente debe estar alimentada por lo menos por dos circuitos ramales, uno o más del sistema de emergencia y uno o más circuitos del sistema normal. Por lo menos un circuito ramal del sistema de emergencia debe alimentar una(s) salida(s) en esa ubicación para la cama. Todos los circuitos ramales del sistema normal deben proceder de un solo panel de distribución. Los receptáculos del sistema de emergencia deben estar identificados e indicar también el panel de distribución y el número del circuito que los alimenta.

Excepción No. 1: Se permitirá que los circuitos ramales que alimentan únicamente receptáculos o equipos de propósito especial en áreas de cuidados críticos, estén alimentados por otros paneles de distribución.

Excepción No. 2: No se exigirá que las áreas de cuidado crítico alimentadas desde dos interruptores de transferencia separados en el sistema de emergencia, tengan circuitos del sistema normal.

(B) Receptáculos en la ubicación para la cama de un paciente.

(1) Cantidad mínima y alimentación. En cada ubicación para la cama de un paciente debe tener como mínimo seis receptáculos, uno de los cuales, como mínimo, debe estar conectado a:

(1) El circuito ramal del sistema normal exigido en la sección 517.19 (A).

(2) Un circuito ramal del sistema de emergencia alimentado por un interruptor de transferencia diferente del de los otros receptáculos en el mismo lugar.

(2) Requisitos de los receptáculos. Se permitirá que los receptáculos exigidos en la sección 517.19

(B) (1) sean de tipo sencillo, doble o una combinación de ambos. Todos los receptáculos, ya sean seis o más, deben estar listados como de "tipo hospitalario" y estar así identificados. El terminal de puesta a tierra de cada receptáculo debe estar conectado al punto de puesta a tierra de referencia por medio de un conductor de cobre aislado de puesta a tierra de equipos.

(C) Puesta a tierra y unión en la proximidad al cuidado de los pacientes (opcional). Se permitirá que en la proximidad al cuidado de los pacientes haya un punto de puesta a tierra del equipo para pacientes. Se permitirá que este punto de puesta a tierra del equipo para pacientes, cuando lo haya, contenga uno o más conectores listados para puesta a tierra y unión. Para conectar el terminal de puesta a tierra de todos los receptáculos del tipo con polo a tierra con el punto de puesta a tierra del equipo para pacientes, se debe utilizar un puente de unión de equipos con un calibre no inferior al 10 AWG. Se permitirá que el conductor de unión se instale céntricamente o en espiral, como sea más conveniente.

> **NOTA**: Cuando no haya punto para puesta a tierra de los equipos para los pacientes, es importante que la distancia entre el punto de puesta a tierra de referencia y la proximidad al cuidado del paciente sea lo más corta posible para reducir al mínimo cualquier diferencia de potencial.

(D) Puesta a tierra y unión de los paneles de distribución. Cuando se use un sistema de distribución eléctrica puesto a tierra y haya instaladas canalizaciones metálicas o cables del tipo MC o MI del alimentador que califiquen como un conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con la sección 250.118, la puesta a tierra del panel de distribución o del tablero de distribución se debe asegurar por uno de los siguientes medios de unión en cada terminación o punto de unión de la canalización metálica o cable del tipo MC o MI:

> (1) Un adaptadors de puesta a tierra y un puente de unión continuo de cobre, dimensionado de acuerdo con la sección 250.122, con el puente de unión conectado en la unión al envolvente o la barra conductora de tierra del panel.
>
> (2) Conexión de las canalizaciones o cables del tipo MC o MI del alimentador a los bujes o boquillas roscadas en los envolventes terminales.
>
> (3) Otros dispositivos aprobados, como contratuercas o adaptadors del tipo de unión.

(E) Técnicas de protección adicionales en las áreas de cuidados críticos (opcional). Se permitirá usar sistemas separados de alimentación en las áreas de cuidados críticos y, si se usan, los equipos de los sistemas separados de alimentación deben estar listados como equipos de alimentación separada. El sistema separado de alimentación debe estar diseñado e instalado de modo que cumpla las disposiciones de la sección 517.160.

> *Excepción: Se permitirá que los indicadores visuales y sonoros del monitor de línea separada estén ubicados en la estación de enfermeras del área alimentada.*

(F) Puesta a tierra de un sistema separado de alimentación. Cuando se utilice una fuente separada de alimentación y no puesta a tierra y se limite la primera corriente de falla a una magnitud baja, se permitirá que el conductor de puesta a tierra asociado con el circuito secundario esté tendido por fuera del envolvente de los conductores de fuerza del mismo circuito.

NOTA: Aunque se permite que el conductor de puesta a tierra esté tendido por fuera del conduit, es más seguro tenderlo con los conductores de fuerza, lo que proporcionará mayor protección en el caso de una segunda falla a tierra.

(G) Puesta a tierra de los receptáculos para propósitos especiales. El conductor de puesta a tierra de equipos para los receptáculos para propósitos especiales, tales como la operación de un equipo móvil de rayos X, debe prolongarse hasta los puntos de puesta a tierra de referencia de los circuitos ramales en todos los lugares en los que sea probable que se alimenten de tales receptáculos. Cuando ese circuito esté alimentado desde un sistema separado y no puesto a tierra, no se exigirá que el conductor de puesta a tierra esté tendido con los conductores de fuerza; no obstante, el terminal de puesta a tierra de equipos de los receptáculos para propósitos especiales debe estar conectado al punto de puesta a tierra de referencia.

517.20 Ubicaciones mojadas para procedimientos.

(A) Receptáculos y equipos fijos. Todos los receptáculos y equipos fijos que haya dentro del área de una ubicación mojada para procedimientos deben tener un interruptor de circuito contra fallas a tierra para la protección de las personas, si la interrupción de la alimentación bajo condiciones de falla se puede tolerar; o estar alimentados por un sistema separado de alimentación, si no se admite tal interrupción.

Excepción: Se permitirá que los circuitos ramales que alimentan únicamente equipos terapéuticos y de diagnósticos fijos y listados, estén alimentados desde una acometida, monofásica o trifásica, puesta a tierra, siempre que:

(a) El alambrado para los circuitos separados y puestos a tierra no estén en la misma canalización, y

(b) Todas las superficies conductoras de los equipos estén conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos.

(B) Sistema separado de alimentación. Cuando se utilice un sistema separado de alimentación, los equipos de alimentación separada deben estar listados como equipos de alimentación separada, y el sistema separado de alimentación debe estar diseñado e instalado de acuerdo con la sección 517.160.

NOTA: Con respecto a los requisitos de instalación de piscinas y bañeras terapéuticas, véase el Artículo 680 Parte VI.

517.21 Protección de las personas mediante interruptores de circuito contra fallas a tierra. No se exigirá protección para el personal mediante interruptores de circuito contra fallas a tierra en receptáculos instalados en aquellas áreas de cuidado crítico en las que el retrete y el lavamanos están instalados dentro de la habitación del paciente.

III. Sistema eléctrico esencial

517.25 Alcance. El sistema eléctrico esencial para estas instalaciones debe constar de un sistema

capaz de alimentar un número limitado de servicios de alumbrado y fuerza, que se consideren esenciales para la seguridad de la vida y que interrumpa ordenadamente los procedimientos durante el tiempo en que el servicio eléctrico normal está interrumpido por cualquier razón. Esto incluye clínicas, consultorios médicos y odontológicos, instalaciones de atención ambulatoria, centros de atención con enfermeras, centros de cuidados limitados, hospitales y otras instalaciones para el cuidado de la salud que atiendan pacientes.

> **NOTA**: Para más información sobre la necesidad de sistemas eléctricos esenciales, véase la publicación NFPA 99-2005, Standard for Health Care Facilities.

517.26 Aplicación de otros artículos. El sistema eléctrico esencial debe cumplir con los requisitos del Artículo 700, excepto las modificaciones hechas por el Artículo 517.

517.30 Sistemas eléctricos esenciales para hospitales.

(A) Aplicabilidad. Los requisitos de la Parte III, secciones 517.30 a 517.35, se deben aplicar a los hospitales en donde se exige un sistema eléctrico esencial.

> **NOTA** No. 1: Para los requisitos de funcionamiento, mantenimiento y pruebas de los sistemas eléctricos esenciales en los hospitales, véase la publicación NFPA 99-2005, Standard for Health Care Facilities. Para la instalación de bombas centrífugas contra incendios, véase la publicación NFPA 20-2007, Standard for the Installation of Stationary Fire Pumps for Fire Protection.
>
> **NOTA** No. 2: Para información adicional, véase la publicación NFPA 99-2005, Standard for Health Care Facilities.

(B) Generalidades.

(1) Sistemas separados. Los sistemas eléctricos esenciales para hospitales deben constar de dos sistemas separados capaces de alimentar un número limitado de servicios de alumbrado y fuerza, que se consideren esenciales para la seguridad de la vida y la operación efectiva del hospital durante el tiempo en que el servicio eléctrico normal está interrumpido por cualquier razón. Estos dos sistemas deben ser el sistema de emergencia y el sistema de equipos.

(2) Sistemas de emergencia. El sistema de emergencia se debe limitar a los circuitos esenciales de seguridad para la vida y de atención crítica a los pacientes. Estos dos circuitos se denominan el ramal de seguridad para la vida y el ramal crítico. [99:4.4.2.2.1.1]

(3) Sistema de equipos. El sistema de equipos debe alimentar los principales equipos eléctricos necesarios para el cuidado de los pacientes y la operación básica del hospital.

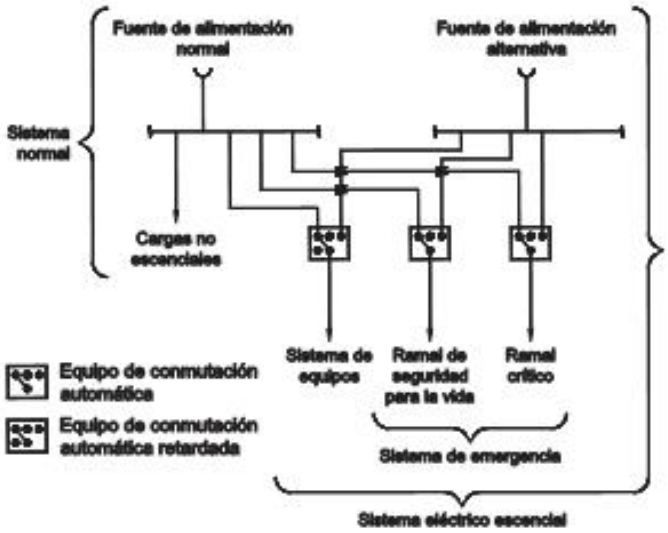
(4) Interruptores de transferencia. El número de interruptores de transferencia utilizados se debe basar en consideraciones de confiabilidad, diseño y carga. Cada ramal del sistema de emergencia y cada sistema de equipos debe tener uno o más interruptores de transferencia. Se permitirá que un interruptor de transferencia alimente uno o más ramales o sistemas en una instalación con una

demanda máxima en el sistema eléctrico esencial de 150 kVA.

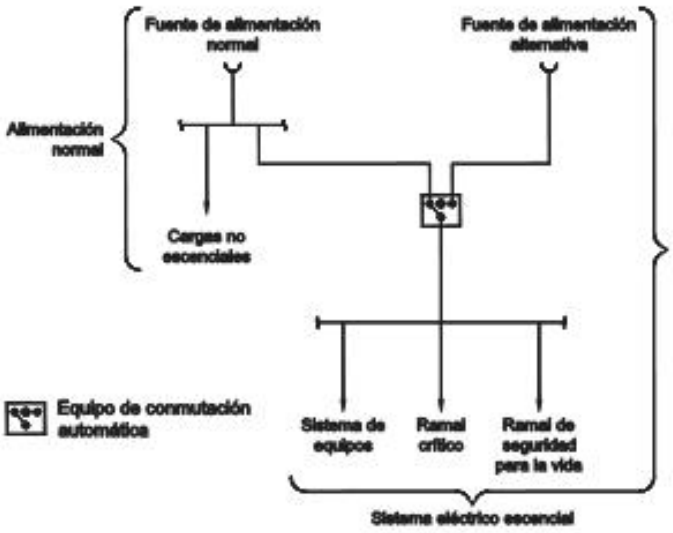
NOTA No. 1: Véase la publicación NFPA 99-2005, Standard for Health Care Facilities: 4.4.3.2, operación de los interruptores de transferencia tipo I; 4.4.2.1.4, características de los interruptores de transferencia automática y 4.4.2.1.6, características de los dispositivos de transferencia no automática.

NOTA No.2: Véase la **NOTA** de la Figura 517.30, No.1.

NOTA No. 3: Véase la **NOTA** de la Figura 517.30, No.2.



NOTA Figura 517.30, No. 1 Hospitales - Requisitos mínimos para la disposición de los interruptores de transferencia.



NOTA Figura 517.30, No. 2 Hospitales - Requisitos mínimos (150 kVA o menos) para la disposición de los interruptores de transferencia.

(5) Cargas opcionales. Las cargas, alimentadas por equipos generadores, no descritas específicamente en el Artículo 517, deben estar alimentadas por sus propios interruptores de transferencia, de modo que se apliquen las siguientes condiciones:

(1) Estas cargas no se deben transferir si la transferencia sobrecargará el equipo generador.

(2) Estas cargas se deben desconectar automáticamente si se produce una sobrecarga del equipo generador.

(6) Instalaciones contiguas. Se permitirá que las fuentes de alimentación de los hospitales y las fuentes de alimentación alternativas alimenten el sistema eléctrico esencial de instalaciones contiguas o en el mismo sitio. [99:13.3.4.3]

(C) Requisitos del alambrado.

(1) Separación de otros circuitos. El ramal de seguridad para la vida y el ramal crítico del sistema de emergencia deben mantenerse totalmente independientes de todos los demás alambrados y equipos, y no deben entrar juntos ni con ningún otro alambrado en las mismas canalizaciones, cajas o gabinetes.

Se permitirá que el alambrado del ramal de seguridad para la vida y del ramal crítico ocupen las mismas canalizaciones, cajas o gabinetes de otros circuitos que no son parte del ramal, cuando este alambrado cumple con una de las siguientes condiciones:

(1) Esté en envolventes *(enclosures)* de equipos de transferencia.

(2) Esté en las luminarias de salida o de emergencia alimentados por dos fuentes.

(3) Esté en una caja de empalmes común conectada a las luminarias de salida o de emergencia alimentadas desde dos fuentes.

(4) Sea para dos o más circuitos de emergencia alimentados desde el mismo ramal.

Se permitirá que el alambrado del sistema de equipos ocupe las mismas canalizaciones, cajas o gabinetes de otros circuitos que no formen parte del sistema de emergencia.

(2) Sistemas separados de alimentación. Cuando en cualquiera de las áreas especificadas en las secciones 517.33 (A) (1) y (A) (2) se instalen sistemas separados de alimentación, cada sistema debe estar alimentado por un circuito individual que no alimente otras cargas.

(3) Protección mecánica del sistema de emergencia. El alambrado del sistema de emergencia en hospitales debe estar protegido mecánicamente. Cuando se instalen como circuitos ramales en áreas de cuidado de pacientes, la instalación debe cumplir los requisitos de las secciones 517.13 (A) y (B). Se permitirán los siguientes métodos de alambrado:

(1) Canalizaciones metálicas no flexibles, cables del tipo MI, conduit de PVC SCH 80. Las canalizaciones no metálicas no se deben usar para circuitos ramales que alimentan áreas de cuidado de pacientes.

(2) Si están empotrados en no menos de 50 mm (2 pulgadas) de concreto, conduit de PVC SCH 40, canalizaciones no metálicas flexibles o metálicas con chaqueta, o ensamble de cables metálicos con chaqueta listados para su instalación en concreto. Las canalizaciones no metálicas no se deben usar para circuitos ramales que alimentan áreas de cuidado de pacientes.

(3) Canalizaciones metálicas flexibles listadas y ensamble de cable con forro metálico listados en cualquiera de las siguientes:

a. Cuando se usan en cabeceras médicas prefabricadas y listadas.

b. En mobiliario listado para oficina.

c. Cuando se tienden con sonda en paredes o cielos rasos existentes, sin ningún otro acceso y no sometidos a daños físicos.

d. Cuando sea necesario para la conexión flexible al equipo.

(4) Cordones flexibles de alimentación para artefactos u otros equipos de utilización conectados al sistema de emergencia.

(5) Circuitos secundarios de los sistemas de señalización o comunicaciones de Clase 2 o Clase 3 con o sin canalizaciones.

NOTA: Para requisitos adicionales de puesta a tierra en áreas de cuidado de pacientes, véase la sección 517.13.

(D) Capacidad de los sistemas. El sistema eléctrico esencial debe tener una capacidad adecuada para satisfacer la demanda para la operación de todas las funciones y equipos que se van a alimentar por cada sistema y ramal.

Los alimentadores se deben dimensionar de acuerdo con los Artículos 215 y 220. El grupo o grupos generadores deben tener capacidad suficiente y capacidades nominales adecuadas para satisfacer la demanda producida por la carga del(los) sistema(s) eléctrico(s) esencial(es) en cualquier momento.

El cálculo de la demanda para dimensionar el(los) grupo(s) generador(es) se debe basar en cualquiera de los siguientes:

(1) Factores de demanda prudentes y los datos históricos.

(2) La carga conectada.

(3) Los procedimientos de cálculo del alimentador descritos en el Artículo 220.

(4) Cualquier combinación de los métodos anteriores.

Los requisitos para el dimensionamiento en las secciones 700.5 y 701.6 no se deben aplicar al grupo o grupos generadores en hospitales.

(E) Identificación del receptáculo. Los receptáculos eléctricos o las placas frontales de los receptáculos eléctricos alimentados por el sistema de emergencia deben tener una marca o color

distintivo de manera que sean fácilmente identificables [99:4.4.2.2.4.2(B)]

517.31 Sistema de emergencia. Las funciones del cuidado de pacientes que dependan del alumbrado o de artefactos conectados al sistema de emergencia, se deben dividir en dos ramales obligatorios: el ramal de seguridad para la vida y el ramal crítico, tal como se describen en las secciones 517.32 y 517.33.

Los ramales del sistema de emergencia se deben instalar y conectar a la fuente alternativa de alimentación, de forma que todas las funciones especificadas aquí para el sistema de emergencia se restablezcan automáticamente, máximo diez segundos después de la interrupción de la alimentación normal. [99:4.4.2.2.2.1, 4.4.3.1]

517.32 Ramal de seguridad para la vida. Al ramal de seguridad para la vida no deben estar conectadas otras funciones diferentes de las listadas en las secciones 517.32 (A) hasta (H). El ramal de seguridad para la vida del sistema de emergencia debe alimentar las siguientes funciones de alumbrado, receptáculos y equipos.

(A) Iluminación de los medios de salida. La iluminación de los medios de salida, tal como el alumbrado exigido en los corredores, pasillos, escaleras, descansos en las puertas de salida, así como de todas las vías necesarias para llegar a las salidas. Se permitirá instalar medios de conmutación para transferir el alumbrado de los pasillos de los pacientes en los hospitales, desde los circuitos de alumbrado generales a los circuitos de alumbrado nocturno, siempre y cuando se pueda seleccionar sólo uno de los dos circuitos y ambos circuitos no puedan quedar sin corriente al mismo tiempo.

NOTA: Véase la publicación NFPA 101-2006, Life Safety Code, secciones 7.8 y 7.9.

(B) Anuncios de salida. Los anuncios de salida y anuncios que indiquen la salida.

NOTA: Véase la publicación NFPA 101-2006, Life Safety Code, sección 7.10.

(C) Sistemas de alarma y alerta. Los sistemas de alarma y alerta, que incluyan lo siguiente:

(1) Las alarmas contra incendios.

NOTA: Véase la publicación NFPA 101-2006, Life Safety Code, secciones 9.6 y 18.3.4.

(2) Las alarmas exigidas para los sistemas usados en las tuberías de los gases medicinales no inflamables.

NOTA: Véase la publicación NFPA 99-2005, Standard for Health Care Facilities, 4.4.2.2.2.2 (3).

(3) Se permitirá conectar al circuito ramal de seguridad para la vida, los accesorios mecánicos, de control y otros accesorios exigidos para la operación efectiva de los sistemas de seguridad para la vida.

(D) Sistemas de comunicaciones. Los sistemas de comunicaciones del hospital, cuando se utilicen para dar instrucciones en casos de emergencia.

(E) Ubicaciones de los grupos de generadores e interruptores de transferencia. Los cargadores de

las baterías de la iluminación de trabajo para unidad(es) de alumbrado alimentadas por batería y los receptáculos seleccionados en las ubicaciones del grupo generador y de los interruptores de transferencia esenciales. [99:4.4.2.2.2.2 (5)]

(F) Accesorios del grupo generador. Los accesorios del grupo generador, según se exija para el desempeño del generador.

(G) Elevadores. Los sistemas de alumbrado, control, comunicaciones y señales de las cabinas de los elevadores.

(H) Puertas automáticas. Puertas operadas automáticamente usadas en las salidas de los edificios. [99:4.4.2.2.2.2 (7)]

517.33 Ramal crítico.

(A) Alumbrado de trabajo y receptáculos seleccionados. El ramal crítico del sistema de emergencia debe alimentar la iluminación de trabajo, los equipos fijos, los receptáculos seleccionados y los circuitos de alimentación especiales de las siguientes áreas y funciones relativas al cuidado del paciente:

(1) Áreas de cuidado crítico en las que se utilicen gases anestésicos: iluminación de trabajo, receptáculos seleccionados y equipos fijos.

(2) Los sistemas separados de alimentación en ambientes especiales.

(3) Áreas de cuidado de pacientes: alumbrado de trabajo y receptáculos seleccionados en:

a. Cuartos para recién nacidos.

b. Áreas de preparación de medicamentos.

c. Área de despacho de la farmacia.

d. Áreas de cuidados intensivos seleccionadas. e. Áreas de dormitorios psiquiátricos (sin receptáculos). f. Salas de tratamientos en los pabellones.

g. Estaciones de enfermeras (si no están bien alumbradas por las luminarias de los corredores).

(4) Alumbrado de trabajo y receptáculos adicionales para el cuidado especializado de pacientes, donde sean necesarios.

(5) Sistemas de llamada a las enfermeras.

(6) Bancos de sangre, de huesos y de tejidos.

(7) Cuartos y armarios para equipos telefónicos.

(8) Alumbrado de trabajo, receptáculos seleccionados y circuitos de alimentación seleccionados, para:

a. Camas para cuidado general (por lo menos un receptáculo doble por cada habitación de pacientes).

b. Laboratorios de angiografía.

c. Laboratorios de cateterismo cardiaco.

d. Unidades de cuidado coronario.

e. Salas o áreas de hemodiálisis.

f. Áreas de tratamiento en salas de urgencias (seleccionadas).

g. Laboratorios de fisiología humana.

h. Unidades de cuidados intensivos.

i. Salas de recuperación postoperatoria (seleccionadas).

(9) Alumbrado de trabajo y receptáculos adicionales y circuitos de alimentación seleccionados, que sean necesarios para la operación efectiva del hospital. Se permitirá conectar al ramal crítico los motores monofásicos de potencia fraccionaria. [99:4.4.2.2.2.3 (9)]

(B) Subdivisión del ramal crítico. Se permitirá subdividir el ramal crítico en dos o más ramales.

NOTA: Es importante analizar las consecuencias de alimentar un área sólo con ramales de cuidado crítico cuando se produce alguna falla entre esa área y el interruptor de transferencia.
Podría ser adecuada alguna proporción de la alimentación normal y crítica o de la alimentación crítica desde interruptores de transferencia separados.

517.34 Conexión del sistema de equipos a la fuente alternativa de alimentación. El sistema de equipos debe estar instalado y conectado a la fuente de alternativa alimentación, de modo que los equipos descritos en la sección 517.34 (A) vuelvan a funcionar automáticamente a intervalos de tiempo de retado adecuados después de energizar el sistema de emergencia. Su disposición también debe prever la conexión posterior de los equipos descritos en la sección 517.34 (B). [99:4.4.2.2.3.2]

Excepción: Para los sistemas eléctricos esenciales de menos de 150 kVA, se permitirá suprimir la característica de intervalos de tiempo de retardo para la conexión automática retardada al sistema de equipos.

(A) Equipos para la conexión automática retardada. Se permitirá que los siguientes equipos se dispongan para su conexión automática retardada a la fuente alternativa de alimentación:

(1) Sistemas centralizados de succión para funciones médicas y quirúrgicas,

incluyendo sus controles. Se permitirá que dichos sistemas de succión estén conectados al ramal crítico.

(2) Bombas de sumideros y otros equipos necesarios para el funcionamiento seguro de equipos principales, incluidos sus sistemas de control y alarmas.

(3) Sistemas de aire comprimido para funciones médicas y quirúrgicas, incluyendo sus controles. Se permitirá que tales sistemas estén conectados al ramal crítico.

(4) Sistemas de control de humos y presurización de escaleras, o ambos.

(5) Sistemas de inyección o extracción, o ambos, de las campanas de las cocinas, si tienen que seguir funcionando durante un incendio producido en o bajo la campana.

(6) Sistemas de inyección, retorno y extracción de la ventilación para las salas de aislamiento/infecciones aerógenas, salas con protección de ambiente, ventiladores de extracción para las campanas de vapores de laboratorio, áreas de medicina nuclear donde se usa material radioactivo, evacuación de óxido de etileno y de productos de anestesia. Cuando la conexión automática retardada no sea adecuada, se permitirá que estos sistemas de ventilación se conecten al ramal crítico. [99:4.4.2.2.3.4 (1) hasta (6)]

(7) Sistemas de inyección, retorno y extracción de ventilación para quirófano y salas de expulsión.

Excepción: Se permitirá la conexión automática secuencial retardada a la fuente alternativa de alimentación para prevenir sobrecargar el generador cuando los estudios de ingeniería indiquen que es necesario.

(B) Equipos para conexión retardada automática o conexión manual. Se permitirá que los siguientes equipos se dispongan para conexión automática retardada o conexión manual a la fuente alternativa de alimentación:

(1) Equipo de calefacción de los quirófanos, salas de expulsión, salas de recuperación, unidades de cuidados intensivos, unidades coronarias, cuartos de recién nacidos, salas de aislamiento/infecciosos, salas de tratamiento de emergencia y cuartos generales de pacientes, y bomba(s) para mantenimiento de la presión (jockey o de incremento) para sistemas de protección contra incendios a base de agua.

Excepción: No se exigirá que haya calefacción en las salas generales de pacientes y en las salas de aislamiento/infecciosos si se produce una interrupción de la alimentación normal, en cualquiera de las siguientes circunstancias:

(1) Si la temperatura exterior de diseño es superior a -6.7º C (20° F).

(2) Si la temperatura exterior de diseño es inferior a -6.7º C (20° F) y hay una(s) habitación(es) seleccionada(s) para las necesidades de todos los pacientes confinados, entonces sólo debe haber calefacción en esa habitación o habitaciones.

(3) Si la instalación es alimentada por una fuente dual de alimentación normal.

NOTA No. 1: La temperatura de diseño está basada en el 97 ½ por ciento del valor de diseño, como se explica en el Capítulo 24 de la publicación ASHRAE, Handbook of Fundamentals (1997).

NOTA No. 2: Véase la sección 517.35(C), **NOTA**, con respecto a la descripción de una fuente dual de alimentación normal.

(2) Un(os) elevador(es) seleccionado(s) para dar servicio a los pisos de pacientes, quirófanos, salas de obstetricia y a la planta baja durante la interrupción de la alimentación normal. En los casos en los que la interrupción de la alimentación normal pueda hacer que los otros elevadores se detengan entre dos pisos, se deben proporcionar los medios de dos vías que permitan la operación temporal de cualquier elevador, para la liberación de los pacientes u otras personas que pudieran haber quedado atrapadas entre dos pisos.

(3) Cámaras hiperbáricas.

(4) Cámaras hipobáricas.

(5) Puertas automáticas.

(6) Se permitirá que el equipo de autoclaves de calentamiento eléctrico mínimo se pueda conectar automática o manualmente a la fuente alternativa.

(7) Controles para los equipos relacionados en la sección 517.34.

(8) Se permitirá que otros equipos seleccionados estén alimentados por el sistema de equipos. [99:4.4.2.2.3.5(9)]

(C) Equipo de c.a. para conexión automática sin retardo. Los accesorios para generadores, incluyendo pero sin limitarse a las bombas de transferencia de combustible, rejillas de ventilación operadas eléctricamente y otros accesorios para generadores esenciales para su funcionamiento, se deben disponer para su conexión automática a la fuente alternativa de alimentación. [99:4.4.2.2.3.3]

517.35 Fuentes de alimentación.

(A) Dos fuentes de alimentación independientes. Los sistemas eléctricos esenciales deben tener un mínimo de dos fuentes de alimentación independientes, una fuente normal que generalmente alimenta todo el sistema eléctrico y una o más fuentes alternativas que se utilizan cuando se produce una interrupción en la fuente normal. [99:4.4.1.1.4]

(B) Fuente alternativa de alimentación. La fuente alternativa de alimentación debe ser una de las siguientes:

(1) Uno o varios generadores accionados por alguna(s) fuente(s) de energía primaria y ubicado(s) en el mismo inmueble.

(2) Otra(s) unidad(es) de generación cuando la fuente normal está compuesto por unidad(es) de generación, ubicadas en los inmuebles.

(3) Una acometida externa de la empresa de servicio público cuando la fuente normal está compuesto por una(s) unidad(es) de generación ubicada(s) en los inmuebles.

(4) Un sistema de baterías ubicado en los inmuebles. [99:4.4.1.2]

(C) Ubicación de los componentes del sistema eléctrico esencial. Se debe considerar cuidadosamente la ubicación de los espacios que albergan los componentes del sistema eléctrico esencial, para reducir al mínimo las interrupciones causadas por las fuerzas de la naturaleza comunes en el área (por ejemplo: tormentas, inundaciones, terremotos o riesgos creados por estructuras o actividades cercanas). También se debe prestar atención a la posible interrupción del servicio eléctrico normal producida por causas similares, o a la producida por fallas internas del alambrado o fallas de los equipos.

NOTA: Las instalaciones en las cuales la fuente normal de alimentación proviene de dos o más acometidas separadas alimentadas por una estación central, tienen un servicio eléctrico más confiable que las que sólo están conectadas a una. Dicha doble fuente de alimentación normal consiste en dos o más acometidas eléctricas alimentadas de grupos generadores separados o de una red de distribución del servicio público con múltiples entradas de alimentación y dispuesta de modo que exista separación mecánica y eléctrica, para que una falla entre la instalación y las fuentes de alimentación no tenga la probabilidad de causar una interrupción de más de uno de los alimentadores de la acometida de la instalación.

517.40 Sistemas eléctricos esenciales para centros de atención con enfermeras y centros de cuidados limitados.

(A) Aplicabilidad. Los requisitos de la Parte III, secciones 517.40(C) a 517.44, se deben aplicar a los centros de atención con enfermeras y a los centros de cuidados limitados.

Excepción: Los requisitos de la Parte III, secciones 517.40(C) a 517.44, no se deben aplicar a edificios autosoportados usados como centros de atención con enfermeras y centros de cuidados limitados, siempre que:

(a) Mantengan una política de admisión y salida de pacientes que impida la prestación de atención a pacientes o residentes que puedan necesitar equipos eléctricos de soporte de vida.

(b) No ofrezcan tratamientos quirúrgicos que requieran anestesia general.

(c) Dispongan de sistema(s) o equipo(s) automático(s) operado(s) por baterías que sean efectivos durante 1 ½ horas como mínimo, y que por lo demás esté de acuerdo con la sección 700.12 y tengan la capacidad de alimentar el alumbrado de las salidas, pasillos de salidas, escaleras, estaciones de enfermeras, áreas de preparación de medicamentos, cuartos de calderas y áreas de comunicaciones. Este sistema debe también dar alimentación para operar todos los sistemas de alarma. [99:17.3.4.2.2 (3), 18.3.4.2.2 (3)]

NOTA: Véase la publicación NFPA 101-2006, Life Safety Code.

(B) Centros para cuidado hospitalario de pacientes internos. En aquellos centros de atención con enfermeras y centros de cuidados limitados que admitan pacientes que necesiten equipo eléctrico de

soporte de vida, el sistema eléctrico esencial desde la alimentación hasta la parte de la instalación donde se tratan tales pacientes debe cumplir con los requisitos de la Parte III, secciones 517.30 a 517.35.

(C) Instalaciones contiguas a hospitales o localizadas en el mismo sitio de estos. Se permitirá que los centros de atención con enfermeras y los centros de cuidados limitados que estén contiguos a un hospital o en el mismo sitio de éste, tengan sus sistemas eléctricos esenciales alimentados por los del hospital.

NOTA: Para los requisitos de funcionamiento, mantenimiento y pruebas de los sistemas eléctricos esenciales en centros de atención con enfermeras y centros de cuidados limitados, véase la publicación NFPA 99-2005, Standard for Health Care Facilities.

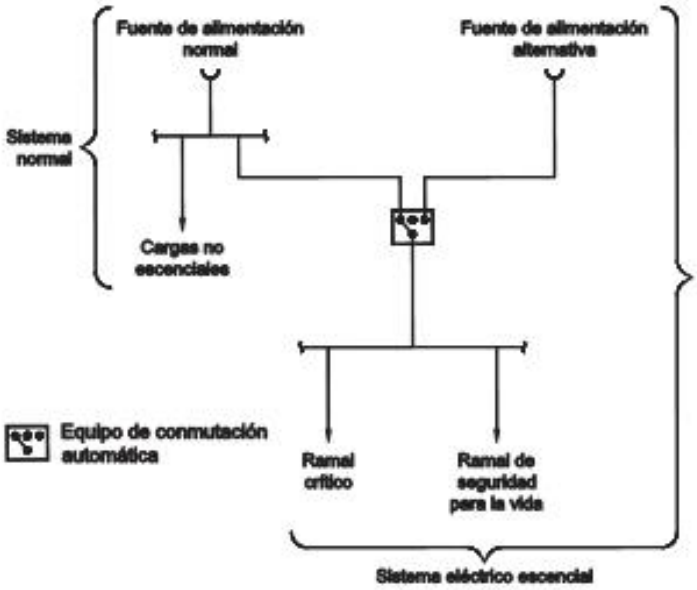
517.41 Sistemas eléctricos esenciales.

(A) Generalidades. Los sistemas eléctricos esenciales para centros de atención con enfermeras y centros de cuidados limitados deben constar de dos ramales separados capaces de alimentar un número limitado de salidas para alumbrado y fuerza, que se consideran esenciales para la protección de la seguridad de la vida y para la operación efectiva de la instalación durante el tiempo en que el servicio eléctrico normal está interrumpido por cualquier razón. Estos dos ramales separados deben ser el ramal de seguridad para la vida y el ramal crítico. [99:A.4.5.2.2.1]

(B) Interruptores de transferencia. El número de interruptores de transferencia utilizados se debe basar en consideraciones de confiabilidad, diseño y carga. Cada ramal del sistema eléctrico esencial debe estar alimentado por uno o más interruptores de transferencia. Se permitirá que un interruptor de transferencia alimente uno o más ramales o sistemas en una instalación con una demanda máxima del sistema eléctrico esencial de 150 kVA. [99:4.5.2.2.1]

NOTA No. 1: Véase la publicación NFPA 99-2005, Standard for Health Care Facilities: 4.5.3.2, operación de los interruptores de transferencia del tipo II; 4.4.2.1.4, características de los interruptores de transferencia automática y 4.4.2.1.6, características de los dispositivos de transferencia no automática.

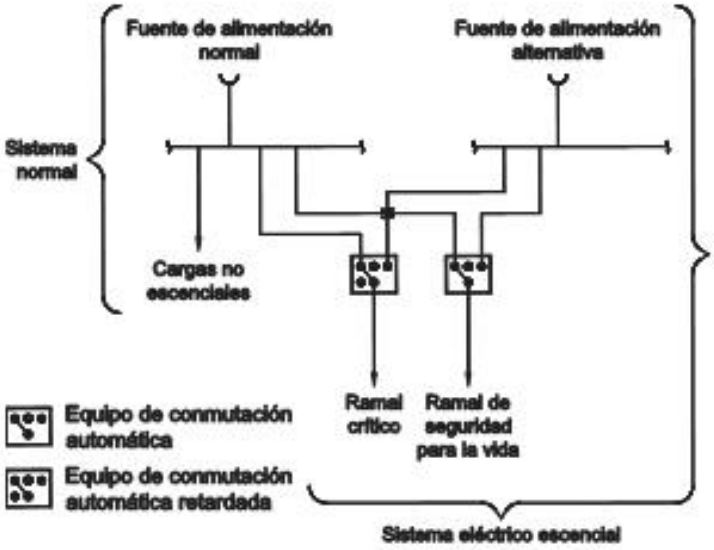
NOTA Figura 517.41, No. 1 Centros de atención con enfermeras y centros de cuidados limitados - Requisitos mínimos para la disposición de los interruptores de transferencia.



***NOTA** No.2: Véase la **NOTA** de la Figura 517.41, No.1.*

***NOTA** No. 3: Véase la **NOTA** de la Figura 517.41, No.2.*

NOTA Figura 517.41, No. 2 Centros de atención con enfermeras y centros de cuidados limitados - Requisitos mínimos (150 kVA o menos) para la disposición de los interruptores de transferencia.



(C) Capacidad del sistema. El sistema eléctrico esencial debe tener la capacidad adecuada para satisfacer la demanda para la operación de todas las funciones y equipos que van a ser alimentados simultáneamente por todos los ramales.

(D) Separación de otros circuitos. El ramal de seguridad para la vida debe mantenerse totalmente independiente de cualquier otro alambrado y equipos y no debe entrar en las mismas canalizaciones, cajas o gabinetes con cualquier otro alambrado, excepto:

(1) En interruptores de transferencia.

(2) En luminarias de salida o de emergencia alimentadas por dos fuentes.

(3) En una caja de empalmes común conectada a las luminarias de salida o de emergencia alimentadas desde dos fuentes.

Se permitirá que el alambrado del ramal crítico esté en las mismas canalizaciones, cajas o gabinetes de otros circuitos que no formen parte del ramal de seguridad para la vida.

(E) Identificación del receptáculo. Los receptáculos eléctricos o las placas frontales de los receptáculos eléctricos alimentados por el sistema de emergencia deben tener una marca o color

distintivo de manera que sean fácilmente identificables [99:4.5.2.2.4.2]

517.42 Conexión automática al ramal de seguridad para la vida. El ramal de seguridad para la vida se debe instalar y conectar a la fuente alternativa de alimentación de forma que todas las funciones especificadas aquí se restablezcan automáticamente, máximo 10 segundos después de la interrupción de la alimentación normal. Al ramal de seguridad para la vida no se deben conectar otras funciones que no sean las enumeradas en las secciones 517.42 (A) hasta (G). El ramal de seguridad para la vida debe alimentar las siguientes funciones de alumbrado, receptáculos y equipos.

NOTA: En la publicación NFPA 99-2005, Standard for Health Care Facilities, al ramal de seguridad para la vida se le denomina sistema de emergencia.

(A) Iluminación de los medios de salida. La iluminación de los medios de salida, como el necesario en los pasillos, corredores, escaleras, descansos y puertas de salida, así como todas las vías de aproximación a las salidas. Se permitirá instalar medios de conmutación para transferir el alumbrado de los pasillos de los pacientes desde los circuitos de iluminación general, siempre que se pueda seleccionar sólo uno de los dos circuitos y que los dos circuitos no se puedan apagar al mismo tiempo.

NOTA: Véase la publicación NFPA 101-2006, Life Safety Code, secciones 7.8 y 7.9.

(B) Anuncios de salida. Anuncios de salida y anuncios de dirección que indiquen la salida.

NOTA: Véase la publicación NFPA 101-2006, Life Safety Code, sección 7.10.

(C) Sistemas de alarma y alerta. Los sistemas de alarma y alerta, incluyendo los siguientes:

(1) Las alarmas contra incendio.

NOTA: Véase la publicación NFPA 101-2006, Life Safety Code, secciones 9.6 y 18.3.4.

(2) Las alarmas necesarias para los sistemas usados en las tuberías de los gases medicinales no inflamables.

NOTA: Véase la publicación NFPA 99-2005, Standard for Health Care Facilities, sección 4.4.2.2.2.2 (3).

(D) Sistemas de comunicaciones. Sistemas de comunicaciones cuando se utilicen para dar instrucciones en casos de emergencia.

(E) Áreas de comedores y de recreación. Alumbrado suficiente en las áreas de comedores y de recreación para iluminar las vías de salida.

(F) Ubicación de grupos generadores. Alumbrado de trabajo y receptáculos seleccionados en la ubicación de los grupos generadores.

(G) Elevadores. Sistemas de alumbrado, control, comunicaciones y de señales de las cabinas de los elevadores. [99:4.4.2.2.2.2 (6), 4.5.2.2.2 (7)]

517.43 Conexión al ramal crítico. El ramal crítico se debe instalar y conectar a la fuente alternativa de alimentación de modo que los equipos descritos en la sección 517.43 (A) vuelvan a funcionar automáticamente a intervalos de tiempo de retardo adecuados después de que entre en funcionamiento el ramal de seguridad para la vida. También se deben proporcionar las medidas para la conexión adicional de los equipos descritos en la sección 517.43 (B), bien sea por operación automática retardada o manual. [99:4.5.2.2.3.1]

Excepción: Para los sistemas eléctricos esenciales de menos de 150 kVA, se permitirá suprimir la característica de intervalos de tiempo de retardo para la conexión automática retardada al sistema de equipos.

(A) Conexión automática retardada. Se permitirá que los siguientes equipos se conecten al ramal crítico y deben estar dispuestos para su conexión automática retardada a la fuente alternativa de alimentación:

(1) Áreas de cuidado de pacientes: iluminación de trabajo y receptáculos seleccionados en:

a. Áreas de preparación de medicamentos.
b. Áreas de despacho de la farmacia.
c. Estaciones de enfermeras (a menos que estén iluminadas adecuadamente por las luminarias de los corredores).

(2) Bombas de sumideros y otros equipos necesarios para el funcionamiento seguro de los aparatos principales y los sistemas de control y alarmas asociados.

(3) Sistemas de control de humo y presurización de las escaleras.

(4) Sistemas de inyección y/o extracción de las campanas de las cocinas, si tienen que seguir funcionando durante un incendio producido en o bajo la campana.

(5) Sistemas de inyección, retorno y extracción de la ventilación para salas de aislamiento de infecciones aerógenas. [99:4.5.2.2.3.3(1) hasta (5)]

(B) Conexión automática retardada o manual. Se permitirá que los siguientes equipos se conecten al ramal crítico y deben estar dispuestos para su conexión automática retardada o conexión manual a la fuente alternativa de alimentación:

(1) Equipo de calefacción para los cuartos de los pacientes.

Excepción: No se exigirá que haya calefacción en las salas generales de pacientes si se produce un corte de la alimentación normal, bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Si la temperatura exterior de diseño es superior a -6.7º C (20° F).

(2) Si la temperatura exterior de diseño es inferior a -6.7º C (20° F) y hay una(s) habitación(es) seleccionada(s) para las necesidades de todos los pacientes internos, entonces sólo debe haber calefacción en esa habitación o habitaciones.

(3) Si la instalación es alimentada por una fuente dual de alimentación normal, como se describe en la sección 517.44 (C), NOTA.

NOTA: La temperatura exterior de diseño está basada en el 97 ½ por ciento del valor de diseño, como se explica en el Capítulo 24 de la publicación ASHRAE, Handbook of Fundamentals (1997).

(2) Servicio de elevadores. En los casos en los que un corte de la alimentación pueda hacer que los elevadores se detengan entre dos pisos, se deben proporcionar los medios de dos vías que permitan el funcionamiento temporal de cualquier elevador para la liberación de los pasajeros. En cuanto a los requisitos de los sistemas de alumbrado, control y señales en las cabinas de los ascensores, véase la sección 517.42 (G).

(3) Solo se permitirá conectar los elementos adicionales de iluminación, receptáculos y equipos al ramal crítico. [99:4.5.2.2.3.4(A), (B) y (C)]

517.44 Fuentes de alimentación.

(A) Dos fuentes de alimentación independientes. Los sistemas eléctricos esenciales deben tener un mínimo de dos fuentes de alimentación independientes. Una fuente normal que alimenta generalmente a todo el sistema eléctrico, y una o más fuentes alternativas que se utilizan cuando se produce una interrupción de la fuente normal. [99:4.4.1.1.4]

(B) Fuente alternativa de alimentación. La fuente alternativa de alimentación debe ser uno o varios generadores accionados por alguna(s) fuente(s) de energía primaria ubicados en el inmueble.

Excepción No. 1: Cuando la fuente de alimentación normal sean unidades generadoras instaladas en el inmueble, la fuente alternativa debe ser otro grupo generador o una acometida externa de una empresa de servicio público.

Excepción No. 2: Se permitirá que los centros de atención con enfermeras o centros de cuidados limitados que cumplan los requisitos de la sección 517.40(A) y otros centros de atención médica que cumplan los requisitos de la sección 517.45, usen un sistema de baterías o un sistema autónomo de baterías integrado en los equipos.

(C) Ubicación de los componentes del sistema eléctrico esencial. Se debe considerar cuidadosamente la ubicación de los espacios que albergan los componentes del sistema eléctrico, para reducir al mínimo las interrupciones causadas por las fuerzas de la naturaleza comunes en el área (por ejemplo: tormentas, inundaciones, terremotos o riesgos creados por estructuras o actividades cercanas). También se debe prestar atención a la posible interrupción del servicio eléctrico normal producida por causas similares, o a la producida por fallas internas del alambrado o fallas de los equipos.

NOTA: Las instalaciones en las cuales la fuente normal de alimentación proviene de dos o más acometidas separadas alimentadas por una estación central, tienen un servicio eléctrico más confiable que las que sólo están conectadas a una. Dicha doble fuente de alimentación normal consiste en dos o más acometidas eléctricas alimentadas de grupos generadores separados o de una red de

distribución del servicio público con múltiples entradas de alimentación y dispuesta de modo que exista separación mecánica y eléctrica, para que una falla entre la instalación y las fuentes de alimentación no tenga la probabilidad de causar una interrupción de más de uno de los alimentadores de la acometida de la instalación.

517.45 Sistemas eléctricos esenciales para otros centros de cuidado de la salud.

(A) Distribución eléctrica esencial. El sistema de distribución eléctrica esencial debe ser un sistema de baterías o de generador.

NOTA: Véase la publicación NFPA 99-2005, Standard for Health Care Facilities.

(B) Equipo eléctrico de soporte de vida. Cuando se necesite equipo eléctrico de soporte de vida, el sistema eléctrico esencial de distribución debe ser como se describe en las secciones 517.30 hasta 517.35. [99:14.3.4.2.1]

(C) Áreas de cuidado crítico. Donde existan áreas de cuidado crítico, el sistema eléctrico esencial de distribución debe ser como se describe en las secciones 517.30 hasta 517.35. [99:14.3.4.2.2]

(D) Sistemas de fuerza. Los sistemas de baterías se deben instalar de acuerdo con los requisitos del Artículo 700, y los sistemas de generadores deben ser como se describe en las secciones 517.30 hasta 517.35.

IV. Lugares de inhalación de gases anestésicos

NOTA: Para más información sobre las medidas de seguridad para los lugares de aplicación de anestesia, véase la publicación NFPA 99-2005, Standard for Health Care Facilities.

517.60 Clasificación de los lugares de aplicación de anestesia.

NOTA: Si cualquiera de los lugares de aplicación de anestesia que se describen en las secciones 517.60 (A) o 517.60 (B) es designado como un lugar mojado para procedimientos, véase la sección 517.20.

(A) Lugares (clasificados como) peligrosos.

(1) Lugar de uso. En un lugar en el que se utilicen anestésicos inflamables, la totalidad del área debe considerarse como un lugar de Clase I, División 1 y se debe extender hacia arriba hasta un nivel de 1.52 m (5 pies) sobre el piso. El resto del volumen hasta el cielo raso estructural se considera como un lugar por encima de un lugar (clasificado como) peligroso. [99: Anexo E, E.1 y E.2]

(2) Lugar de almacenamiento. Cualquier cuarto o lugar en que se almacenen anestésicos inflamables o agentes desinfectantes volátiles inflamables se debe considerar como lugar de Clase I, División 1 desde el piso hasta el cielo raso.

(B) Lugares diferentes de los (clasificados como) peligrosos. Cualquier lugar donde se inhalen anestésicos designado para el uso exclusivo de agentes anestésicos no inflamables, no se debe considerar como lugar (clasificado como) peligroso.

517.61 Alambrado y equipos.

(A) Dentro de lugares de aplicación de anestesia (clasificados como) peligrosos.

(1) Separación. Excepto lo permitido en la sección 517.160, todos los circuitos de alimentación que estén total o parcialmente dentro de un lugar de aplicación de anestésicos inflamables, como se describe en la sección 517.60, deben estar separados de cualquier sistema de distribución mediante el uso de un sistema separado de alimentación. [99: Anexo E, E.6.6.2]

(2) Diseño e instalación. Cuando se use un sistema separado de alimentación, el equipo separado de alimentación debe estar listado como tal y el sistema separado de alimentación debe estar diseñado e instalado de acuerdo con la sección 517.160.

(3) Equipos que operan a más de 10 voltios. En los lugares (clasificados como) peligrosos de los que trata la sección 517.60, todo el alambrado y los equipos fijos y todos los equipos portátiles, incluidas lámparas y otros equipos de utilización que operan a más de 10 voltios entre conductores, deben cumplir los requisitos de las secciones 501.1 a 501.25, 501.100 hasta 501.150, y 501.30 (A) y 501.30 (B) para los lugares Clase I, División 1. Todos estos equipos deben estar específicamente aprobados para las atmósferas peligrosas involucradas. [99: Anexo E, E.2.1, E.4.5, E.4.6 y E.4.7]

(4) Prolongación del lugar. Cuando una caja, accesorio o envolvente estén instalados parcialmente dentro de un lugar (clasificado como) peligroso, se debe considerar que el lugar (clasificado como) peligroso se prolonga hasta abarcar toda la caja, accesorio o envolvente.

(5) Receptáculos y clavijas de conexión. Los receptáculos y clavijas de conexión en los lugares (clasificados como) peligrosos deben estar listados para su uso en lugares (clasificados como) peligrosos Clase I, Grupo C y deben tener un medio para la conexión de un conductor de puesta a tierra.

(6) Tipo del cordón flexible. Los cordones flexibles utilizados en lugares (clasificados como) peligrosos para conectar equipos de utilización portátiles, incluidas lámparas que operan a más de 8 voltios entre conductores, deben ser de un tipo aprobado para uso extrapesado de acuerdo con la Tabla 400.4 y deben incluir un conductor adicional para puesta a tierra.

(7) Almacenamiento del cordón flexible. Se debe proporcionar un dispositivo de almacenamiento para el cordón flexible, que no doble el cordón en un radio menor de 75 mm (3 pulgadas).

(B) Lugares ubicados por encima de lugares (clasificados como) peligrosos para aplicación de anestesia.

(1) Métodos de alambrado. El alambrado por encima de los lugares (clasificados como) peligrosos a los que se refiere la sección 517.60 se debe instalar en conduit metálico rígido, tubería metálica eléctrica, conduit metálico intermedio o cables del tipo MI o del tipo MC con un forro metálico continuo hermético al gas y al vapor.

(2) Gabinete del equipo. Los equipos instalados que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para el alumbrado fijo, cortacircuitos, interruptores, generadores, motores u otros equipos con contactos deslizantes o de establecer e interrumpir, deben ser del tipo totalmente encerrado o estar construidos de modo que impidan la salida de chispas o partículas de metal caliente.

Excepción: No se exigirá que los receptáculos de montaje en la pared instalados por encima de los lugares (clasificados como) peligrosos en los que se utilicen anestésicos inflamables, sean totalmente encerrados o tengan aberturas protegidas o apantalladas para evitar la dispersión de partículas.

(3) Luminarias. Las luminarias quirúrgicas y de otro tipo deben cumplir lo establecido en la sección 501.130 (B).

Excepción No. 1: No se deben aplicar las limitaciones de temperatura superficial establecidas en la sección 501.130 (B) (1).

Excepción No. 2: No se exigirá que los interruptores integrados o colgantes que estén ubicados por arriba de, y que no puedan bajarse hasta el(los) lugar(es) (clasificado(s) como) peligroso(s), sean a prueba de explosión.

(4) Sellos. En los límites horizontales y verticales de los lugares (clasificados como) peligrosos deben instalarse sellos listados, de acuerdo con la sección 501.15 y 501.15 (A) (4).

(5) Receptáculos y clavijas de conexión. Los receptáculos y clavijas de conexión ubicados por arriba de los lugares de aplicación de anestesia (clasificados como) peligrosos deben estar listados para uso hospitalario y para servicio a la tensión, frecuencia, valor nominal y número de conductores establecidos y tener medios para la conexión del conductor de puesta a tierra. Este requisito se debe aplicar a los receptáculos y clavijas de conexión del tipo bipolar y trifilar con polo a tierra, para servicio monofásico de c.a. a 120 voltios nominales.

(6) Receptáculos y clavijas de conexión de 250 voltios y con valor nominal de 50 y 60 amperios. Los receptáculos y clavijas de 250 voltios nominales para conectar equipos médicos de c.a. de 50 y 60 amperios que se utilicen por encima de lugares (clasificados como) peligrosos, deben ser de un tipo que permita conectar clavijas de 50 ó 60 amperios en un receptáculo de 60 amperios. Los receptáculos de 50 amperios deben estar diseñados de modo que no admitan clavijas de 60 amperios. Las clavijas de conexión deben ser bipolares y trifilares con un tercer contacto que conecta al conductor aislado de puesta a tierra de equipos (verde o verde con una franja amarilla) del sistema eléctrico.

(C) Lugares para aplicación de anestesia no (clasificados como) peligrosos.

(1) Métodos de alambrado. El alambrado que alimenta lugares no (clasificados como) peligrosos, como se definen en la sección 517.60, se deben instalar en un sistema de canalización metálica o con ensambles de cables. El sistema de canalización metálica o la armadura del cable o el forro del ensamble de cables deben estar calificados como un conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con la sección 250.118. Los cables de los tipos MC y MI deben tener una armadura metálica exterior, forro o ensamble con forro identificado como un conductor de puesta a tierra de equipos aceptable.

Excepción: No se exigirá que las construcciones de receptáculos colgantes que emplean al menos cordones flexibles tipo SJO o cordones flexibles equivalentes, suspendidos a no menos de 1.8 m (6 pies) del piso, estén instalados en una canalización metálica o ensamble de cables.

(2) Receptáculos y clavijas de conexión. Los receptáculos y clavijas instalados y utilizados en lugares no (clasificados como) peligrosos deben estar listados para "grado hospitalario" para servicio a la tensión, frecuencia, valor nominal y número de conductores establecidos y con medios para la conexión

del conductor de puesta a tierra. Este requisito se debe aplicar a los receptáculos y tipos bipolares y trifilares con polo a tierra para servicio monofásico de c.a. a 120, 208 ó 240 voltios nominales.

(3) Receptáculos y clavijas de conexión de 250 voltios con valor nominal de 50 y 60 amperios. Los receptáculos y clavijas de 250 voltios nominales para conexión de equipos médicos de c.a. de 50 y 60 amperios que se utilicen en lugares no (clasificados como) peligrosos, se deben disponer de modo que el receptáculo de 60 amperios acepte clavijas de 50 ó 60 amperios. Los receptáculos de 50 amperios deben estar diseñados de modo que no admitan clavijas de 60 amperios. Las clavijas de conexión deben ser bipolares trifilares con un tercer contacto que conecta al conductor aislado de puesta a tierra de equipos (verde o verde con una franja amarilla) del sistema eléctrico.

517.62 Puesta a tierra. En cualquier área de aplicación de anestesia, todas las canalizaciones metálicas y cables con forros metálicos y todas las partes conductoras que normalmente no portan corriente de los equipos eléctricos fijos, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos. La puesta a tierra y la unión en los lugares Clase I debe cumplir lo establecido en la sección 501.30.

Excepción: No se exigirá conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos aquellos equipos que funcionen a máximo 10 voltios entre conductores.

517.63 Sistemas de alimentación puestos a tierra en lugares de aplicación de anestesia.

(A) Unidades de alumbrado de emergencia alimentadas por baterías. Se deben proporcionar una o más unidades de alumbrado de emergencia alimentadas por baterías, de acuerdo con la sección 700.12 (F).

(B) Alambrado de circuitos ramales. Se permitirá que los circuitos ramales que alimenten solamente equipos terapéuticos y de diagnóstico fijos y listados, instalados permanentemente por encima de lugares (clasificados como) peligrosos o en lugares no (clasificados como) peligrosos, sean alimentados desde una acometida normal puesta a tierra, de un sistema monofásico o trifásico, siempre que:

(1) El alambrado para los circuitos puestos a tierra y los circuitos separados no esté en la misma canalización o cable.

(2) Todas las superficies conductoras de los equipos estén conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos.

(3) Los equipos (excepto los tubos encerrados de rayos X y sus puntas) estén ubicados como mínimo a 2.5 m (8 pies) por encima del piso o fuera del lugar de aplicación de la anestesia.

(4) Los interruptores del circuito ramal puesto a tierra estén ubicados fuera del lugar (clasificado como) peligroso.

Excepción: Las secciones 517.63 (B) (3) y (B) (4) no se deben aplicar a lugares diferentes de los (clasificados como) peligrosos.

(C) Circuitos ramales de alumbrado fijo. Se permitirá que los circuitos ramales que alimentan sólo alumbrado fijo, estén conectados a una acometida normal puesta a tierra, siempre que:

(1) Dichas luminarias estén ubicadas como mínimo a 2.5 m (8 pies) sobre el piso.

(2) Todas las superficies conductoras de las luminarias estén conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos.

(3) El alambrado de los circuitos que alimentan a las luminarias no esté en la misma canalización o cable para los circuitos de la alimentación separada.

(4) Los interruptores estén montados en la pared y ubicados por encima de los lugares (clasificados como) peligrosos.

Excepción: Las secciones 517.63 (C) (1) y (C) (4) no se deben aplicar a lugares diferentes de los (clasificados como) peligrosos.

(D) Estaciones de control remoto. En cualquier lugar de aplicación de anestesia se permitirá instalar estaciones de control remoto montadas en la pared, para interruptores de control remoto que funcionen a 24 voltios o menos.

(E) Ubicación de los sistemas separados de alimentación. Cuando se utilice un sistema separado de alimentación, el equipo separado de alimentación debe estar listado como tal. Se permitirá que los equipos separados de alimentación y su alimentador primario puesto a tierra estén ubicados en un lugar de aplicación de anestesia, siempre que estén instalados por encima del lugar (clasificado como) peligroso o en un lugar diferente de (clasificado como) peligroso.

(F) Circuitos en lugares de aplicación de anestesia. Excepto lo permitido en los apartados anteriores, todos los circuitos eléctricos que estén total o parcialmente dentro de un lugar donde se apliquen anestésicos inflamables, como se describe en la sección 517.60, deben estar separados de cualquier sistema de distribución que alimenta lugares diferentes de los de aplicación de anestesia.

517.64 Equipos e instrumentos de baja tensión.

(A) Requisitos de los equipos. Los equipos de baja tensión que estén frecuentemente en contacto con el cuerpo de las personas o tengan elementos portadores de corriente expuestos, deben cumplir con una de las siguientes condiciones:

(1) Operar con un potencial eléctrico de 10 voltios o menos, o

(2) Estar aprobados como equipos intrínsecamente seguros o de doble aislamiento.

(3) Ser resistentes a la humedad.

(B) Fuentes de alimentación. Los equipos de baja tensión se deben alimentar con alguno de los siguientes medios:

(1) Un transformador de aislamiento portátil individual (no se deben usar autotransformadores) conectado a un receptáculo de un circuito separado de alimentación por medio de un cordón y clavija de conexión adecuados.

(2) Un transformador de aislamiento, común, de baja tensión e instalado en un lugar diferente del (clasificado como) peligroso.

(3) Baterías de pilas secas individuales.

(4) Baterías comunes formadas por celdas de acumulador y ubicadas en un lugar diferente del (clasificado como) peligroso.

(C) Circuitos separados. Los transformadores del tipo de aislamiento, para la alimentación de circuitos de baja tensión deben tener los dos elementos siguientes:

(1) Un medio aprobado que aísle el circuito secundario del primario

(2) El núcleo y la carcasa conectados a un conductor de puesta a tierra de equipos.

(D) Controles. Se permitirá utilizar dispositivos de resistencia o de impedancia para controlar los equipos de baja tensión, pero no se deben utilizar para limitar la tensión máxima disponible para el equipo.

(E) Artefactos alimentados por baterías. Los artefactos alimentados por baterías no se deben poder cargar mientras están en funcionamiento, a menos que su circuito de carga incorpore un transformador de aislamiento integrado.

(F) Receptáculos o clavijas de conexión. Todos los receptáculos o clavijas de conexión que se utilicen en circuitos de baja tensión deben ser de un tipo que no permita una conexión intercambiable con circuitos de mayor tensión.

NOTA: Cualquier interrupción de un circuito, aunque sólo sea de 10 voltios, por medio de un interruptor o una conexión floja o defectuosa en cualquier parte del circuito, puede producir una chispa suficiente para encender los anestésicos inflamables.

V. Instalaciones de rayos X

Nada de lo contenido en esta parte se debe considerar como especificaciones de medidas de seguridad contra las radiaciones útiles o las parásitas de los rayos X.

NOTA No. 1: Los requisitos relativos al funcionamiento y seguridad de la radiación de varias clases de equipos de rayos X están reglamentados bajo la Ley Pública 90-602 y su cumplimiento es exigido por el Department of Health and Human Services.

NOTA No. 2: Además, la información sobre protección contra la radiación, emitida por el National Council on Radiation Protection and Measurements, se ha publicado como Reports of the National Council on Radiation Protection and Measurement. Estos reportes se pueden conseguir en NCRP Publications, P.O. Box 30175, Washington, DC 20014.

517.71 Conexión al circuito de alimentación.

(A) Equipos fijos y estacionarios. Los equipos de rayos X fijos y estacionarios se deben conectar a la fuente de alimentación mediante un método de alambrado que cumpla los requisitos aplicables de los Capítulos 1 hasta 4 de este Código, y según las modificaciones de este artículo.

> *Excepción: Se permitirá que los equipos debidamente conectados a un circuito ramal de no más de 30 amperios estén alimentados mediante un cable o cordón de uso pesado y una clavija de conexión adecuada*.

(B) Equipos portátiles, móviles y transportables. No se exigirán circuitos ramales individuales para los equipos de rayos X móviles, portátiles y transportables que requieran una capacidad no superior a 60 amperios.

(C) Alimentación a más de 600 voltios. Los circuitos y equipos que funcionan conectados a circuitos de alimentación de más de 600 voltios, deben cumplir lo establecido en el Artículo 490.

517.72 Medios de desconexión.

(A) Capacidad. En el circuito de alimentación se debe instalar un medio de desconexión que tenga una capacidad adecuada para al menos el 50 por ciento de la entrada necesaria para el valor nominal momentáneo o del 100 por ciento de la entrada necesaria para el valor nominal de tiempo largo del equipo de rayos X, de estos valores el mayor.

(B) Ubicación. El medio de desconexión debe ser operable desde un lugar fácilmente accesible desde el puesto de control del equipo de rayos X.

(C) Equipos portátiles. Como medio de desconexión para los equipos conectados a circuitos ramales de 120 voltios y 30 amperios o menos, se permitirá utilizar una clavija de conexión del tipo con puesta a tierra y un receptáculo de valor nominal adecuado.

517.73 Valor nominal de los conductores de alimentación y de la protección contra sobrecorriente.

(A) Equipo de diagnóstico.

(1) Circuitos ramales. La ampacidad de los conductores del circuito ramal de alimentación y del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser inferior al 50 por ciento de valor nominal de régimen momentáneo o del 100 por ciento de tiempo largo, de estos dos valores el mayor.

(2) Alimentadores. La ampacidad de los alimentadores y el valor nominal de corriente de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que alimentan dos o más circuitos ramales para unidades de rayos X, no debe ser inferior al 50 por ciento de valor nominal momentánea de la unidad de mayor valor nominal, más el 25 por ciento de la demanda nominal momentánea de la siguiente unidad más grande, más el 10 por ciento de valor nominal momentánea de cada unidad adicional. Cuando se hagan exámenes simultáneos en dos planos con las unidades de rayos X, los conductores de alimentación y los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben tener el 100 por ciento de valor nominal momentánea de cada unidad de rayos X.

> **NOTA**: El calibre mínimo de los conductores de los circuitos alimentadores y ramales también está determinado por los requisitos de regulación de tensión. Para una instalación específica, el fabricante suele indicar los calibres mínimos de los conductores y los valores del transformador de distribución, el valor nominal de los medios de desconexión y la protección contra sobrecorriente.

(B) Equipo terapéutico. La ampacidad de los conductores y el valor nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no deben ser inferiores al 100 por ciento del valor nominal de corriente de los equipos para terapia médica con rayos X.

> **NOTA**: La ampacidad de los conductores del circuito ramal y valores nominales de los medios de desconexión y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente para los equipos de rayos X, habitualmente las designa el fabricante para la instalación específica.

517.74 Conductores de los circuitos de control.

(A) Número de conductores en una canalización. El número de conductores de los circuitos de control instalados en una canalización debe establecerse de acuerdo con la sección 300.17.

(B) Calibre mínimo de los conductores. En los circuitos de control y operación de los equipos de rayos X y sus equipos auxiliares que estén protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente de 20 amperios como máximo, se permitirá usar alambres para artefactos de calibre 18 AWG o 16 AWG, como se especifica en la sección 725.49, y cordones flexibles.

517.75 Instalaciones de equipos. Todos los equipos para instalaciones nuevas de equipos de rayos X y los equipos usados o reacondicionados de rayos X que se trasladen y reinstalen en nuevo lugar, deben ser de un tipo aprobado.

517.76 Transformadores y condensadores. No se exigirá que los transformadores y condensadores que formen parte de equipos de rayos X cumplan con los Artículos 450 y 460. Los condensadores se deben montar dentro de envolventes *(enclosures)* de material aislante o metálicos puestos a tierra.

517.77 Instalación de los cables de alta tensión para rayos X. Se permitirá que los cables con blindaje puesto a tierra, que conecten tubos e intensificadores de imagen de los equipos de rayos X, se instalen en bandejas o bateas portacables junto con los conductores de control y de alimentación del equipo de rayos X, sin necesidad de barreras para separar el alambrado.

517.78 Protección y puesta a tierra.

(A) Partes a alta tensión. Todas las partes a alta tensión, incluidos los tubos de rayos X, se deben montar dentro de envolventes puestos a tierra. Para aislar las partes a alta tensión del envolvente puesto a tierra, se deben utilizar medios aislantes como aire, aceite, gas u otro medio adecuado. La conexión desde el equipo de alta tensión a los tubos de rayos X y otros componentes también de alta tensión, se debe hacer con cables blindados de alta tensión.

(B) Cables de baja tensión. Los cables de baja tensión que se conecten con unidades llenas de aceite que no estén completamente selladas, como transformadores, condensadores, enfriadores de aceite e interruptores de alta tensión, deben tener un aislamiento del tipo resistente al aceite.

(C) Partes metálicas no portadoras de corriente. Las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos de rayos X y de los equipos asociados (controles, mesas, soportes de los tubos de rayos X, tanques de transformadores, cables blindados, cabezales de los tubos de rayos X, etc.), deben estar conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos como se especifica en el Artículo 250 y se modifica en las secciones 517.13 (A) y (B).

VI. Sistemas de comunicaciones, de señalización, de datos, de alarma contra incendios y sistemas a menos de 120 voltios nominales

517.80 Áreas de cuidado de los pacientes. Los sistemas de comunicaciones, de señalización, de datos, de alarma contra incendios y sistemas a menos de 120 voltios nominales, deben tener un aislamiento eléctrico y una separación equivalentes a los exigidos en los sistemas eléctricos de distribución en las áreas de cuidado de pacientes.
No se exigirá que los circuitos, alimentados por el secundario de un transformador, de los sistemas de comunicación o señalización estén encerrados en canalizaciones, a menos que el Capítulo 7 o el 8 especifiquen algo diferente. [99:4.4.2.2.4.6]

> **NOTA**: Un medio alternativo aceptable para brindar aislamiento a los sistemas de llamada paciente/enfermera, es el uso de dispositivos de señalización, comunicación o control no eléctricos, sostenidos por el paciente o que estén a su alcance.

517.81 Áreas diferentes de las de cuidado de pacientes. Las instalaciones en las áreas que no sean las de cuidado de los pacientes deben cumplir las disposiciones correspondientes de los Artículos 640, 725, 760 y 800.

517.82 Transmisión de señales entre artefactos.

(A) Generalidades. El cableado de señales instalado permanentemente que vaya desde un artefacto en el espacio del paciente hasta artefactos remotos, debe emplear un sistema de transmisión de señales que prevenga interconexiones de puesta a tierra peligrosas de los artefactos.

> **NOTA**: Véase la sección 517.13(A) con respecto a los requisitos adicionales de puesta a tierra en las áreas de cuidado de los pacientes.

(B) Alambre común de retorno a tierra de las señales. Se permitirá usar alambres comunes de retorno a tierra de las señales (por ejemplo, la puesta a tierra del chasis para una transmisión de terminación única) entre artefactos ubicados todos en la proximidad al cuidado de los pacientes, siempre que esos artefactos estén alimentados del mismo punto de puesta a tierra de referencia.

VII. Sistemas separados de alimentación.

517.160 Sistemas separados de alimentación.

(A) Instalación.

(1) Circuitos separados de alimentación. Cada circuito separado de alimentación debe estar controlado por un interruptor que tenga un polo de desconexión en cada conductor del circuito separado, para desconectar simultáneamente toda la alimentación. Dicha separación se debe realizar por medio de uno o más transformadores de aislamiento, por medio de grupos de generadores, o de baterías separadas eléctricamente.

(2) Características del circuito. Los circuitos de alimentación del primario de los transformadores de aislamiento deben funcionar a no más de 600 voltios entre conductores y estar equipados con la protección adecuada contra sobrecorriente. La tensión del secundario de dichos transformadores no debe ser superior a 600 voltios entre los conductores de cada circuito. Todos los circuitos alimentados desde dichos secundarios no deben estar puestos a tierra y deben tener un dispositivo aprobado y de valor nominal adecuado de protección contra sobrecorriente en cada conductor. Los circuitos alimentados directamente de baterías o grupos motogeneradores no deben estar puestos a tierra y deben estar protegidos contra sobrecorriente de la misma manera que los circuitos alimentados por del secundario del transformador. Si hay un blindaje electrostático, se debe conectar al punto de puesta a tierra de referencia. [99:4.3.2.6.1]

(3) Ubicación del equipo. Los transformadores de aislamiento, grupos motogeneradores, baterías y cargadores de baterías y los dispositivos asociados de protección contra sobrecorriente del primario o del secundario, no se deben instalar en lugares (clasificados como) peligrosos. El alambrado del circuito secundario separado que se prolongue dentro de un lugar peligroso para la aplicación de anestesia, se debe instalar de acuerdo con la sección 501.10.

(4) Transformadores de aislamiento. Un transformador de aislamiento no debe alimentar más de un quirófano, excepto lo especificado en (A) (4) (a) y (A) (4) (b).

Para los propósitos de esta sección, se considera que las salas de inducción de anestesia son parte del quirófano o quirófanos que reciben servicio de las salas de inducción.

(a) Salas de inducción. Si una sala de inducción da servicio a más de un quirófano, se permitirá que los circuitos separados de la sala de inducción se alimenten desde el transformador de aislamiento de uno cualquiera de los quirófanos que reciben servicio de esa sala de inducción.

(b) Tensiones más altas. Se permitirá que los transformadores de aislamiento alimenten receptáculos sencillos en varias áreas de pacientes cuando se aplican las siguientes condiciones:

(1) Los receptáculos estén reservados para alimentar equipos que necesiten 150 voltios o más, como por ejemplo unidades portátiles de rayos X, y.

(2) Los receptáculos y los conectores complementarios no sean

intercambiables con los receptáculos del sistema separado de alimentación local. [99:13.4.1.2.6.6]

(5) Identificación de los conductores. Los conductores de un circuito separado se deben identificar como sigue:

(1) Conductor separado No. 1: naranja con banda de color distintivo que no sea blanca, verde ni gris.

(2) Conductor separado No. 2: marrón con banda de color distintivo que no sea blanca, verde ni gris.

Para sistemas trifásicos, el tercer conductor debe ser amarillo con banda de color distintivo que no sea blanca, verde ni gris. Cuando los conductores del circuito separado alimenten receptáculos monofásicos de 125 voltios, 15 y 20 amperios, el conductor o conductores de color naranja con la banda distintiva se deben conectar al terminal o terminales en el receptáculo que están identificados de acuerdo con la sección 200.10 (B) para conexión al conductor del circuito puesto a tierra.

(6) Compuestos para la tracción de alambre. En los conductores del secundario de un circuito separado no se deben usar compuestos para la tracción de alambre que aumenten la constante dieléctrica.

NOTA No. 1: Es aconsejable limitar la capacidad de los transformadores de aislamiento a 10 kVA o menos y usar aislamientos de conductores con bajas fugas, para cumplir con los requisitos de impedancia.

NOTA No. 2: Si se reduce al mínimo posible la longitud de los conductores del circuito ramal y en los conductores se emplean aislamientos con una constante dieléctrica menor de 3.5 y una constante de resistencia del aislamiento superior a 6100 megohm-metro (20,000 megohm-pie) a 16° C (60° F), se reducen las fugas de fase a tierra, reduciendo la corriente de riesgo.

(B) Monitor del aislamiento de línea.

(1) Características. Además de los dispositivos usuales de control y protección contra sobrecorriente, cada sistema separado de alimentación debe estar provisto de un monitor del aislamiento de línea que funcione continuamente, para indicar la corriente total de riesgo. El monitor debe estar diseñado de modo que, mientras el sistema esté separado de tierra en forma adecuada, permanezca encendida una lámpara verde de señalización que sea notablemente visible a las personas en cada área alimentada por el sistema separado de alimentación. Cuando la corriente total de riesgo (consistente de posibles corrientes de fuga resistivas y capacitivas) entre cualquier conductor separado y tierra, alcance un valor umbral de 5 mA bajo condiciones de tensión normal de la línea, debe encenderse una lámpara roja de señalización adyacente y producirse una señal sonora de advertencia (remota si se desea). El monitor de línea no debe producir alarmas para una corriente de riesgo de menos de 3.7 mA o para corrientes de riesgo totales de menos de 5 mA.

Excepción: Se permitirá diseñar un sistema que funcione a un valor de umbral más bajo de la corriente de riesgo total. Se permitirá aprobar un monitor del

aislamiento de línea para dicho sistema, con la estipulación de que se permitirá reducir la corriente de riesgo de falla, pero no a menos del 35 por ciento del valor umbral correspondiente de la corriente total de riesgo, y que la corriente de riesgo del monitor se reduzca, en consecuencia, a no más del 50 por ciento del valor de umbral de alarma de la corriente total de riesgo.

(2) Impedancia. El monitor del aislamiento de línea debe estar diseñado de modo que tenga una impedancia interna suficiente para que, cuando esté conectado adecuadamente al sistema separado, la corriente interna máxima que puede fluir a través del monitor del aislamiento de línea, cuando cualquier punto del sistema separado esté puesto a tierra, sea de 1 mA.

Excepción: Se permitirá que el monitor del aislamiento de línea sea del tipo de baja impedancia, de modo que la corriente a través de él, cuando cualquier punto del sistema separado esté puesto a tierra, no superará el doble del valor umbral de alarma para un periodo no superior a 5 milisegundos.

NOTA: La reducción de la corriente de riesgo del monitor, siempre que esta reducción resulte en un valor de umbral incrementado de "no alarma" para la corriente de riesgo de falla, aumentará la capacidad del circuito.

(3) Amperímetro. Se debe montar un amperímetro en un lugar bien visible del monitor del aislamiento de línea, calibrado a la corriente total de riesgo del sistema (corriente de riesgo de falla más corriente de riesgo del monitor), con la zona de "alarma encendida" aproximadamente en el centro de la escala.

Excepción: Se permitirá que el monitor del aislamiento de línea sea una unidad compuesta, con una sección de detección cableada a una sección separada de la pantalla del panel en la cual esté ubicada la función de alarma o prueba.

NOTA: Se recomienda instalar el amperímetro de modo que sea bien visible para todas las personas que estén en el lugar de aplicación de anestesia.

ARTÍCULO 518
Ocupaciones de reunión

518.1 Alcance. Excepto para las ocupaciones de reunión tratados explícitamente en la sección 520.1, este artículo trata de todos los edificios o partes de edificios o estructuras diseñadas o previstas para reunir a 100 personas o más con propósitos de deliberación, culto religioso, entretenimiento, consumo de alimentos y bebidas, distracción, espera de medios de transporte o propósitos similares.

518.2 Clasificación general.

(A) Ejemplos. Las ocupaciones de reunión deben incluir, pero no limitarse a los siguientes:

Cuarteles	Gimnasios
Salas de reuniones	Salas de velación
Auditorios	Salas de usos múltiples
Boleras	Museos
Salas de clubes	Lugares de espera de medios de transporte
Salas de conferencias	Salas de juzgados
Lugares para cultos religiosos	Salones de billar
Salones de baile	Pistas de patinaje
Instalaciones para comer y beber	Salones de billar
Restaurantes	Salas de exhibición

(B) Ocupaciones múltiples. Cuando una ocupación de reunión forma parte de un edificio que tiene otras ocupaciones, el Artículo 518 se aplica únicamente a la parte del edificio que se considera como una ocupación de reunión. La ocupación de cualquier salón o espacio para reuniones de menos de 100 personas en un edificio de un servicio diferente e incidental a éste, se debe clasificar como parte de éste y debe estar sujeto a las disposiciones que le sean aplicables.

(C) Áreas de teatros. Cuando cualquiera de estas estructuras de edificios o parte de ellos tengan una cabina de proyección o un escenario o área para la presentación de espectáculos teatrales o musicales, sea fija o portátil, el alambrado en esa área, incluidas las áreas asociadas de asientos para el público, y todos los equipos que se utilicen en el área mencionada, así como los equipos e instalaciones portátiles que se utilicen en la producción y no estén conectados al alambrado instalado permanentemente, deben cumplir lo establecido en el Artículo 520.

> **NOTA**: Con respecto a los métodos para calcular la capacidad de personas de un lugar, véase el código de construcción local, o en su ausencia, la publicación NFPA 101-2006, Life Safety Code.

518.3 Otros artículos.

(A) Áreas (clasificadas como) peligrosas. Las instalaciones eléctricas en las áreas (clasificadas como) peligrosas existentes en las ocupaciones de reunión, deben cumplir lo establecido en el Artículo 500.

(B) Alambrado provisional. En las salas de exhibición utilizadas para puestos de exhibición, como en las ferias comerciales, se permitirá instalar alambrado provisional según lo establecido en el Artículo 590. Se permitirá tender sobre el suelo cables y cordones flexibles aprobados para trabajo pesado o

extrapesado, si están protegidos del contacto con el público en general. No se deben aplicar los requisitos de la sección 590.6 sobre interruptores automáticos de circuito contra fallas a tierra.

Excepción: Cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que solamente personas calificadas prestarán servicio técnico a la instalación, se permitirá utilizar cordones o cables flexibles identificados en la Tabla 400.4 para uso pesado o extrapesado, en bandejas portacables, solamente para alambrado provisional. Todos los cordones o cables se deben instalar en una sola capa. A cada bandeja portacables se le debe colocar un anuncio permanente, a intervalos no superiores a 7.5 m (25 pies). El anuncio debe llevar la inscripción:

BANDEJA PORTACABLES PARA ALAMBRADO PROVISIONAL ÚNICAMENTE

(C) Sistemas de emergencia. El control de los sistemas de emergencia debe cumplir con el Artículo 700.

518.4 Métodos de alambrado.

(A) Generalidades. Los métodos de alambrado fijos deben ser canalizaciones metálicas, canalizaciones metálicas flexibles, canalizaciones no metálicas enterradas en concreto a una profundidad no inferior a 50 mm (2 pulgadas) o cables de los Tipos MI, MC o AC. El método de alambrado debe calificar como conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con la sección 250.118 o debe tener un conductor aislado de puesta a tierra de equipos, dimensionado de acuerdo con la Tabla 250.122.

Excepción: Los métodos de alambrado fijo deben ser como se dispone en:
(a) Equipo para procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio, Artículo 640.
(b) Circuitos de comunicaciones, Artículo 800.
(c) Circuitos de señalización y control remoto de Clase 2 y Clase 3, Artículo 725.
(d) Circuitos de alarma contra incendio, Artículo 760

(B) Construcción no clasificada. Además de los métodos de alambrado de la sección 518.4(A), se permitirá instalar cables con forro no metálico, cables del tipo AC, tuberías eléctricas no metálicas y conduit rígido no metálico en los edificios o parte de ellos que, de acuerdo con la norma de construcción aplicable, no se exige que sean a prueba de fuego.

NOTA: La construcción a prueba de fuego es la clasificación de resistencia al fuego que se utiliza en los códigos de construcción.

(C) Espacios con clasificación del acabado. Se permitirá instalar tuberías eléctricas no metálicas y conduit rígido no metálico en salas de clubes, salas de conferencias y reuniones en hoteles o moteles, salas de juzgados, restaurantes, comedores colectivos, salas de velación, museos, bibliotecas y lugares de culto religioso, en donde se aplican las siguientes condiciones:

(1) Las tuberías eléctricas no metálicas o el conduit rígido no metálico se instalen ocultos dentro de las paredes, pisos y cielos rasos, siempre y cuando estos ofrezcan una barrera térmica de un material con clasificación nominal del acabado de 15 minutos como mínimo, según se establece en las listas de ensambles

clasificados como resistentes al fuego.

(2) Las tuberías eléctricas no metálicas o el conduit rígido no metálico se instalen por encima de cielos rasos suspendidos, cuando estos ofrezcan una barrera térmica de un material con clasificación nominal del acabado de 15 minutos como mínimo, según se establece en las listas de ensambles clasificados como resistentes al fuego.

Las tuberías eléctricas no metálicas y el conduit rígido no metálico no se reconocen para su utilización en otros espacios usados para el aire ambiental, de acuerdo con la sección 300.22 (C).

NOTA: Se establece una clasificación nominal del acabado para conjuntos que tengan soportes combustibles (madera). La clasificación del acabado se define como el tiempo en el cual la viga o caballete de madera alcanza una elevación de temperatura promedio de 121º C (250° F) o una elevación de temperatura individual de 163º C (325° F), medida en el plano de la madera más cercano al fuego. No se pretende que una clasificación nominal del acabado represente una clasificación nominal para un cielo raso de membrana.

518.5 Fuente de alimentación. Los tableros de distribución y los equipos de distribución de alimentación portátiles sólo se deben alimentar desde salidas de alimentación listadas de valor nominal de corriente y tensión suficientes. Dichas salidas de alimentación deben estar protegidas por dispositivos contra sobrecorriente. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente y las salidas de alimentación no deben ser accesibles al público en general. Debe haber medios para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos. El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad con control de fase de estado sólido, trifásicos tetrafilares, se debe considerar como un conductor portador de corriente para los propósitos de la reducción del valor nominal. El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad de estado sólido y de onda sinusoidal, trifásicos tetrafilares no se debe considerar como un conductor portador de corriente para los propósitos de la reducción del valor nominal.

Excepción: El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad de estado sólido y de onda sinusoidal, se debe considerar como un conductor portador de corriente para los propósitos de la reducción del valor nominal.

NOTA: Con respecto a las definiciones de los tipos de reguladores de intensidad de estado sólido, véase la sección 520.2.

ARTÍCULO 520
Teatros, áreas de audiencia de los estudios de cine y de televisión, áreas de escenarios y lugares similares

I. Generalidades

520.1 Alcance. Este artículo trata de todos los edificios o partes de un edificio o estructura, interior o exterior, diseñadas o utilizadas para presentaciones, dramas, musicales o proyecciones fílmicas, o propósitos similares y de las áreas específicas de espectadores dentro de los estudios de cine o de televisión.

520.2 Definiciones.

Agrupados. Cables o conductores ubicados unos al lado de otros pero no en contacto continuo entre sí.

Área de presentación. Escenario y área de sillas para la audiencia asociada, con una estructura de escenario temporal, sea interior o exterior, construida con andamios, armaduras, plataformas o dispositivos similares, que se utiliza para la presentación de producciones teatrales o musicales o para presentaciones públicas.

Atado de cables. Cables o conductores unidos, atados, sujetos con cinta o envueltos, o unidos en tramos mediante cualquier otro medio.

Batería de conectores. Canalización metálica que contiene receptáculos colgantes o empotrados.

Batería de luces. Luminaria con múltiples lámparas dispuestas en fila.

Caja colgante. Caja que contiene receptáculos colgantes o empotrados, conectada a un cable multiconductor mediante una abrazadera de alivio de la tensión mecánica o un conector multipolar.

Candilejas. Lámparas de contorno instaladas en el escenario o sobre él.

Ensamble de desconexión. Adaptador usado para conectar un conector multipolar que contiene dos o más circuitos ramales a múltiples conectores de circuitos ramales individuales.

Equipo portátil. Equipo alimentado mediante cables o cordones portátiles, proyectado para moverse de un sitio a otro.

Extensión doble. Cable adaptador que contiene una clavija macho y dos conectores de cordón hembras, usado para conectar dos cargas a un circuito ramal.

Lámpara de pie (luz de trabajo). Soporte portátil que contiene una luminaria o portalámparas de uso general con un protector, cuyo propósito es el de proporcionar iluminación general en el escenario o en el auditorio.

Lámparas de contorno. Batería de lámparas aéreas instaladas permanentemente.

Proscenio. Pared y arco que separan el escenario del auditorio (sala).

Regulador de intensidad con control de fase de estado sólido. Regulador de intensidad de estado sólido en el cual la forma de onda de la corriente de régimen permanente no sigue la forma de onda de la tensión aplicada, de modo que la forma de onda no es lineal.

Regulador de intensidad de estado sólido y de onda sinusoidal. Regulador de intensidad de estado sólido en el cual la forma de onda de la corriente de régimen permanente sigue la forma de onda de la tensión aplicada, de modo que la forma de onda es lineal.

Unidad portátil de distribución de energía. Caja de distribución de energía que contiene receptáculos y dispositivos de protección contra sobrecorriente.

520.3. Proyectores cinematográficos. Los equipos de proyección de películas de cine y sus instalaciones y uso deben cumplir lo establecido en el Artículo 540.

520.4 Equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio. Los equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio y sus instalaciones deben cumplir lo establecido en el Artículo 640.

520.5 Métodos de alambrado.

(A) Generalidades. El método de alambrado fijo debe consistir en canalizaciones metálicas, canalizaciones no metálicas empotradas en como mínimo 50 mm (2 pulgadas) de concreto, o cables de los Tipos MI, MC o AC que contengan un conductor aislado de puesta a tierra de equipos dimensionados de acuerdo con la Tabla 250.122.

> *Excepción: Los métodos fijos de alambrado deben ser como se dispone en el Artículo 640 para los equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio; en el Artículo 800 para circuitos de comunicaciones; en el Artículo 725 para circuitos de señalización y control remoto de Clase 2 y Clase 3 y en el Artículo 760 para circuitos de alarma contra incendios.*

(B) Equipos portátiles. Se permitirá que el alambrado para tableros de distribución, conjuntos de luces del escenario, efectos escénicos, todos ellos portátiles y otros alambrados no fijos, se conecte mediante cables y cordones flexibles según se establece en diferentes partes del Artículo 520. No se permitirá sujetar esos cables o cordones mediante grapas o clavos sin aislar.

(C) Construcciones no clasificadas. Se permitirá instalar cables sin forro metálico, cables de tipo AC, tuberías eléctricas no metálicas y conduit rígido no metálico en los edificios o parte de ellos que, según el código de construcción aplicable, no se exige que sean de construcción a prueba de fuego.

520.6 Número de conductores en una canalización. El número de conductores permitido en cualquier conduit metálico y conduit rígido no metálico permitidos en este artículo, o tuberías metálicas eléctricas para circuitos de candilejas o de circuitos de receptáculos del escenario o para conductores de control remoto, no debe superar el porcentaje de ocupación de la Tabla 1, Capítulo 9. Cuando estén instalados dentro de un canal auxiliar o una canalización, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los conductores contenidos en cualquier sección transversal no debe exceder el 20% del área de la sección transversal interior del canal auxiliar o canalización. No se debe aplicar la limitación de 30 conductores de las secciones 366.22 y 376.22.

520.7 Envolvente y resguardo de las partes vivas. Las partes vivas se deben encerrar o resguardar para evitar el contacto accidental con personas u objetos. Todos los interruptores deben ser de tipo

operable externamente. Los reguladores de intensidad, incluidos los reóstatos, deben estar instalados en cajas o gabinetes que encierren todas las partes vivas.

520.8 Sistemas de emergencia. El control de los sistemas de emergencia debe cumplir lo establecido en el Artículo 700.

520.9 Circuitos ramales. Se permitirá que el alumbrado del escenario esté alimentado por un circuito ramal de cualquier tamaño que alimente uno o más receptáculos. El valor nominal de tensión de los receptáculos no debe ser inferior a la tensión del circuito. El valor nominal de corriente de los receptáculos y la ampacidad de los conductores del circuito ramal no deben ser inferiores al valor nominal de corriente del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal. No se debe aplicar lo establecido en la Tabla 210.21 (B) (2).

520.10 Equipos portátiles. Se permitirá usar en el exterior, provisionalmente, los equipos de alumbrado portátiles del escenario y el estudio, y el equipo portátil de distribución de energía, siempre que esos equipos estén supervisados por personal calificado mientras estén energizados y separados con barreras del público en general.

II. Tableros de distribución fijos en el escenario

520.21 Frente muerto. Los tableros de distribución de los escenarios deben ser del tipo de frente muerto y deben cumplir con la Parte IV del Artículo 408, a menos que estén aprobados como adecuados para instalación en un escenario según lo determine un laboratorio de prueba calificado y las normas y principios reconocidos de pruebas.

520.22 Protección de la parte posterior de los tableros de distribución. Los tableros de distribución del escenario que tengan partes vivas expuestas en su parte posterior, deben estar encerrados por las paredes del edificio, mallas metálicas de alambre u otros métodos aprobados. La entrada a este gabinete debe ser por medio de una puerta de cierre automático.

520.23 Control y protección contra sobrecorriente de los circuitos de receptáculos. En el tablero de distribución del alumbrado del escenario se deben instalar medios a los cuales estén conectados los circuitos de carga para la protección contra sobrecorriente de los circuitos ramales de alumbrado del escenario, incluidos los circuitos ramales que alimentan los receptáculos del escenario y del auditorio utilizados para equipos de escenario conectados mediante cordón y clavija. Cuando el tablero de distribución del escenario contenga reguladores de intensidad para el control del alumbrado fuera del escenario, se permitirá instalar los dispositivos de protección contra sobrecorriente para esos circuitos ramales en el mismo tablero de distribución del escenario.

520.24 Cubierta metálica. Un tablero eléctrico de un escenario que no esté completamente encerrado, con el frente y parte de atrás muertos, o empotrado en una pared, debe estar equipado con una cubierta metálica que abarque toda la longitud del tablero, para proteger los equipos en el mismo de los objetos que pudieran caer.

520.25 Reguladores de intensidad. Los reguladores de intensidad deben cumplir con las secciones 520.25 (A) hasta (D).

(A) Desconexión y protección contra sobrecorriente. Cuando se instalen reguladores de intensidad en conductores no puestos a tierra, cada regulador de intensidad debe tener un

dispositivo de protección contra sobrecorriente con un valor nominal no superior al 125 por ciento del valor nominal del regulador de intensidad, y debe estar desconectado de todos los conductores no puestos a tierra cuando el interruptor maestro, interruptor individual o interruptor automático que alimenta dicho regulador de intensidad esté en la posición abierta.

(B) Reguladores de intensidad del tipo de resistencia o de reactancia. Se permitirá instalar reguladores de intensidad del tipo de resistencia o de reactancia en serie, ya sea en el conductor puesto a tierra o en el conductor no puesto tierra del circuito. Cuando estén diseñados para abrir el circuito de alimentación del regulador de intensidad o el circuito controlado por él, dicho regulador de intensidad debe cumplir lo establecido en la sección 404.2 (B). Los reguladores del tipo de resistencia o de reactancia instalados en el conductor del neutro puesto a tierra del circuito no deben abrir el circuito.

(C) Reguladores de intensidad del tipo autotransformador. El circuito que alimenta un regulador de intensidad del tipo autotransformador no debe exceder los 150 voltios entre conductores. El conductor puesto a tierra debe ser común para los circuitos de entrada y salida.

> **NOTA**: Véase la sección 210.9 relacionada con los circuitos derivados de autotransformadores.

(D) Reguladores de intensidad del tipo de estado sólido. El circuito que alimenta un regulador de intensidad de estado sólido no debe exceder los 150 voltios entre conductores, a menos que dicho regulador de intensidad esté listado específicamente para una mayor tensión de funcionamiento. Cuando un conductor puesto a tierra alimente un regulador de intensidad, debe ser común para los circuitos de entrada y de salida. El bastidor del regulador de intensidad se debe conectar al conductor de puesta tierra de los equipos.

520.26 Tipos de tableros de distribución. Los tableros de distribución para escenarios deben ser de uno de los tipos especificados en las secciones 520.26(A), (B) y (C) o cualquier combinación de ellos:

(A) Manual. Los reguladores de intensidad e interruptores se manejan mediante manijas unidas mecánicamente a los dispositivos de control.

(B) De control remoto. Los dispositivos se operan eléctricamente desde una consola o panel de control tipo piloto. Los paneles de control piloto deben formar parte del tablero de distribución o, se permitirá que estén en otro lugar.

(C) Intermedio. Un tablero de distribución para escenario con circuitos interconectados es un tablero de distribución secundario (panel de interconexiones) o un panel de distribución remoto al tablero primario de distribución para escenario. El tablero debe contener un dispositivo de protección contra sobrecorriente. Si el dispositivo exigido de protección contra sobrecorriente del circuito ramal está instalado en el panel del regulador de intensidad, se permitirá omitirlo en el tablero de distribución intermedio.

520.27 Alimentadores de los tableros de distribución para escenarios.

(A) Tipo de alimentador. Los alimentadores de los tableros de distribución para escenarios deben ser de uno de los tipos especificados en las secciones 520.27 (A) (1) hasta (A) (3).

(1) Alimentador individual. Un alimentador individual que se desconecte por un solo dispositivo de desconexión.

(2) Alimentadores múltiples hasta tableros de distribución intermedios para escenarios (paneles de interconexiones). Se permitirán alimentadores múltiples de cantidad ilimitada, siempre que todos ellos formen parte de un solo sistema. Cuando estén combinados, los conductores de neutros en una canalización dada deben tener una ampacidad suficiente para transportar la corriente máxima de desequilibrio suministrada por los conductores del alimentador múltiple que haya en la misma canalización, pero no se exigirá que sea mayor que la ampacidad del neutro que alimenta el tablero de distribución primario del escenario. Los conductores de neutro en paralelo deben cumplir lo establecido en la sección 310.4.

(3) Alimentadores separados hasta un solo tablero de distribución primario para escenarios (banco de reguladores de intensidad). Las instalaciones con alimentadores separados que lleguen a un solo tablero de distribución primario del escenario deben tener un medio de desconexión para cada alimentador. El tablero de distribución primario del escenario debe llevar una etiqueta permanente y bien visible que indique el número y ubicación de los medios de desconexión. Si los medios de desconexión están ubicados en más de un tablero de distribución, el tablero de distribución primario del escenario debe tener barreras que correspondan a esos múltiples lugares.

(B) Conductor del neutro. Para el propósito de la disminución del valor nominal, se deben aplicar las siguientes condiciones:

(1) El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad con control de fase de estado sólido, trifásicos, tetrafilares, se debe considerar como un conductor portador de corriente.

(2) El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad de estado sólido con onda sinusoidal, trifásicos, tetrafilares, no se debe considerar como un conductor portador de corriente.

(3) El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad que pueden ser tanto de control de fase como de onda sinusoidal se debe considerar como un conductor portador de corriente.

(C) Capacidad de alimentación. Para calcular la capacidad de alimentación para los tableros de distribución, se permitirá considerar la carga máxima prevista para ser controlada por el tablero de distribución en una instalación dada, siempre que:

(1) Todos los alimentadores del tablero de distribución estén protegidos por un dispositivo de protección contra sobrecorriente cuyo valor nominal no exceda la ampacidad del alimentador.

(2) La apertura del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe afectar la operación apropiada de los sistemas de alumbrado de las salidas o de emergencia.

> **NOTA**: Con respecto al cálculo de las cargas del alimentador del tablero de distribución del escenario, véase la sección 220.40.

III. Equipo fijo del escenario, diferente de los tableros de distribución

520.41 Carga de los circuitos.

(A) Circuitos con valor nominal de 20 amperios o menos. Las lámparas de contorno, candilejas y luces laterales del proscenio deben estar instaladas de modo que ningún circuito ramal que alimente a estos equipos porte una carga superior a 20 amperios.

(B) Circuitos con valor nominal de más de 20 amperios. Cuando se utilicen sólo portalámparas de trabajo pesado, se permitirá que dichos circuitos cumplan lo establecido en el Artículo 210 para los circuitos que alimentan portalámparas de trabajo pesado.

520.42 Aislamiento de los conductores. Las candilejas, lámparas de contorno, baterías de luces, o luces del proscenio portátiles y baterías de conectores, se deben alambrar con conductores que tengan un aislamiento adecuado para la temperatura a la que vayan a operar los conductores, pero no inferior a 125° C (257° F). La ampacidad de los conductores de 125° C (257° F) debe ser la de los conductores de 60° C (140° F). Todos los colgantes provenientes de baterías de conectores deben ser alambres de 90° C (194° F) dimensionados para la ampacidad de cables y cordones de 60° C (140° F), que no se extiendan más de 150 mm (6 pulgadas) dentro de la batería de conectores. No se debe aplicar lo establecido en la sección 310.15 (B) (2) (a).

NOTA: Para los tipos de conductores, véase la Tabla 310.13(A).

520.43 Candilejas.

(A) Construcción en canales metálicos. Cuando las candilejas estén construidas con canales metálicos, el canal que contenga los conductores del circuito debe estar hecho de lámina metálica de espesor no inferior a 0.81 mm (0.032 pulgadas) y tratado para prevenir la oxidación. Los terminales de los portalámparas deben mantenerse a 13 mm (½ pulgada), como mínimo, del metal del canal. Los conductores de los circuitos deben estar soldados a los terminales de los portalámparas.

(B) Construcción en canales no metálicos. Cuando no estén construidas con canales metálicos especificados en la sección 520.43 (A), las candilejas deben consistir en salidas individuales con portalámparas alambrados con conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio o conduit metálico flexible, cables del tipo MC o cables con aislamiento mineral y forro metálico. Los conductores del circuito se deben soldar a los terminales del portalámparas.

(C) Candilejas disimulables. Las candilejas disimulables deben estar instaladas de modo que el suministro de corriente se desconecte automáticamente cuando las luces sean reemplazadas en los nichos de almacenamiento previstos para ello.

520.44 Lámparas de contorno y luces laterales del proscenio.

(A) Generalidades. Las lámparas de contorno y luces laterales del proscenio deben:

(1) Estar construidas como se especifica en la sección 520.43.

(2) Estar instaladas y sujetas adecuadamente.

(3) Estar diseñadas de modo que las bridas de los reflectores u otros protectores

adecuados protejan las lámparas contra daños mecánicos y del contacto accidental con los decorados u otro material combustible del escenario.

(B) Cordones y cables para lámparas de contorno.

(1) Generalidades. Los cordones y cables de alimentación de las lámparas de contorno deben estar listados para uso extrapesado y deben estar sujetos adecuadamente. Estos cordones y cables se deben utilizar solamente cuando se necesiten conductores flexibles. La ampacidad de estos conductores debe ser la establecida en la sección 400.5.

(2) Cordones y cables que no están en contacto con equipo productor de calor. Se permitirá que los cordones y cables multiconductores para uso extrapesado listados, que no están en contacto directo con equipos que contienen elementos productores de calor, tengan su ampacidad determinada por la Tabla 520.44. La corriente de carga máxima en cualquier conductor con una capacidad de corriente determinada por la Tabla 520.44, no debe exceder los valores de la Tabla 520.44.

Tabla 520.44. Ampacidad de cables y cordones listados para uso extrapesado con valores de temperatura nominales de 75° C (167° F) y 90° C (194° F)* [Con base en una temperatura ambiente de 30° C (86° F)]

Calibre (AWG)	Temperatura nominal de cordones y cables		Valor de corriente máxima nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente
	75° C (167° F)	90° C (194° F)	
14	24	28	15
12	32	35	20
10	41	47	25
8	57	65	35
6	77	87	45
4	101	114	30
2	133	152	80

* La ampacidad mostrada es la de los cordones y cables multiconductores cuando sólo tres conductores de cobre son portadores de corriente como se describe en la sección 400.5. Si el número de conductores portadores de corriente en un cordón o cable es superior a tres y el factor de diversidad de carga es del 50 por ciento como mínimo, la ampacidad de cada conductor se debe reducir como se ilustra en la siguiente tabla:

Número de conductores	Porcentaje de ampacidad
4-6	80
7-24	70
25-42	60
43 y en adelante	50

Nota: Temperatura final del aislamiento. En ningún caso se deben unir varios conductores de un modo que, por la clase de circuito, el método de alambrado empleado ni por el número de conductores, excedan el límite de temperatura de los mismos.

Un conductor del neutro que porta solamente la corriente de desequilibrio de otros conductores del mismo circuito, no necesita considerarse como un conductor portador de corriente.

En un circuito trifilar que consta de dos conductores de fase y el conductor del neutro de un sistema trifásico tetrafilar conectado en estrella, el conductor del neutro porta aproximadamente la misma corriente de línea a neutro de los otros conductores, y se debe considerar como un conductor portador de corriente.

En un circuito trifásico tetrafilar conectado en estrella, en donde la mayor parte de la carga son cargas no lineales, tales como alumbrado de descarga eléctrica, equipo de procesamiento de datos/computador electrónico, o equipo similar, hay corrientes armónicas presentes en el conductor del neutro, y el conductor del neutro se debe considerar como un conductor portador de corriente.

520.45 Receptáculos. Los receptáculos para equipos eléctricos en escenarios, deben estar designados en amperios. Los conductores que alimentan los receptáculos deben cumplir lo establecido en los Artículos 310 y 400.

520.46 Baterías de conectores, cajas colgantes, cavidades de piso y otros envolventes de salida. Los receptáculos para la conexión de equipos portátiles de alumbrado de escenario deben estar colgados o montados en cavidades o envolventes adecuados y deben cumplir lo establecido en la sección 520.45. Los cables de alimentación de las baterías de conectores y cajas colgantes deben ser como se especifica en la sección 520.44 (B).

520.47 Lámparas entre bastidores (lámparas desnudas). Las lámparas (desnudas) instaladas entre bastidores y otras áreas auxiliares donde puedan entrar en contacto con los decorados, deben estar ubicadas y protegidas contra daños físicos y se debe dejar un espacio libre no inferior a 50 mm (2 pulgadas) entre dichas lámparas y cualquier material combustible.

Excepción: Para el propósito de esta sección, las lámparas decorativas instaladas en el escenario no se deben considerar como lámparas entre bastidores.

520.48 Maquinaria del telón. La maquinaria del telón debe estar listada.

520.49 Control del ventilador de salida de humos. Cuando en el escenario se pongan en marcha ventiladores de salida de humos mediante un dispositivo eléctrico, el circuito que opera dicho dispositivo debe estar normalmente cerrado y se debe controlar por al menos dos interruptores operables externamente, uno de ellos ubicado en un lugar fácilmente accesible en el escenario y el otro donde indique la autoridad con jurisdicción. El dispositivo debe estar diseñado para la tensión total del circuito al que esté conectado, sin ninguna resistencia interpuesta. El dispositivo debe estar ubicado en la galería, encima de los decorados y debe estar encerrado en una caja metálica adecuada con puerta hermética de cierre automático.

IV. Tableros de distribución portátiles en el escenario

520.50 Panel de conexión para espectáculos ambulantes (Un tipo de panel de interconexiones). Panel diseñado para permitir la conexión en espectáculos ambulantes, de tableros de distribución portátiles para escenarios a salidas de alumbrado fijas, por medio de circuitos complementarios instalados permanentemente. El panel, los circuitos complementarios y salidas deben cumplir las disposiciones de los artículos 520.50 (A) hasta (D).

(A) Carga de los circuitos. Los circuitos deben terminar en entradas polarizadas del tipo de puesta a tierra, de valor nominal de corriente y tensión correspondientes a las del receptáculo de carga fija.

(B) Transferencia de circuitos. Los circuitos que son transferidos entre tableros de distribución fijos y portátiles, deben transferir todos los conductores del circuito simultáneamente.

(C) Protección contra sobrecorriente. Los dispositivos de alimentación de estos circuitos complementarios deben estar protegidos por los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito ramal. El circuito complementario individual, dentro del panel de conexión para espectáculos ambulantes y teatro, deben estar protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito ramal, con la ampacidad adecuada instalados dentro del panel de conexión del espectáculo ambulante,.

(D) Gabinete. La construcción del panel debe cumplir lo establecido en el Artículo 408.

520.51 Alimentación. Los tableros de distribución portátiles sólo se deben alimentar desde salidas de alimentación con suficiente valor nominal de tensión y corriente. Estas salidas de alimentación deben incluir sólo interruptores encerrados operables desde el exterior, con fusibles, o interruptores automáticos montados en el escenario o en el tablero de distribución permanente, en lugares fácilmente accesibles desde el piso del escenario. Se debe proporcionar medios para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos. Para los propósitos de la disminución del valor nominal del conductor, se deben aplicar los requisitos de la sección 520.27 (B).

520.52 Protección contra sobrecorriente. Los circuitos procedentes de tableros de distribución portátiles que alimenten directamente equipos que contengan lámparas incandescentes de máximo 300 watts, deben estar protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente de un valor nominal o ajuste no superior a 20 amperios. Se permitirán circuitos para portalámparas de más de 300 watts, cuando la protección contra sobrecorriente cumpla lo establecido en el Artículo 210.

520.53 Construcción y alimentadores. Los tableros de distribución portátiles y los alimentadores para uso en escenarios deben cumplir lo establecido en las secciones 520.53 (A) hasta (P).

(A) Gabinetes. Los tableros de distribución portátiles deben estar instalados dentro de un gabinete de construcción sólida y de modo que el envolvente pueda permanecer abierto durante el funcionamiento. Los gabinetes de madera deben estar forrados completamente con lámina metálica de un espesor no inferior a 0.51 mm (0.020 pulgadas) y debe estar galvanizada, esmaltada o recubierta de cualquier otro modo que prevenga la corrosión, o ser de un material resistente a la corrosión.

(B) Partes energizadas. Dentro del gabinete no debe haber partes energizadas expuestas.

(C) Interruptores e interruptores automáticos. Todos los interruptores e interruptores automáticos deben ser de los tipos encerrados y operables desde el exterior.

(D) Protección de los circuitos. Se deben proporcionar dispositivos de protección contra sobrecorriente en cada conductor no puesto a tierra de todos los circuitos alimentados a través del tablero de distribución. Además del envolvente del tablero de distribución, debe haber envolventes para todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente.

(E) Reguladores de intensidad. Los terminales de los reguladores de intensidad deben estar en envolventes y las placas frontales de estos reguladores deben estar dispuestas de manera que sea difícil el contacto accidental con los contactos de dichas placas.

(F) Conductores interiores.

(1) Tipo. Todos los conductores dentro del envolvente del tablero, diferentes de las barras colectoras, deben ser trenzados. Los conductores deben estar aprobados para una temperatura de funcionamiento como mínimo igual a la temperatura de funcionamiento aprobada de los reguladores de intensidad utilizados en el tablero de distribución, y en ningún caso inferior a la siguiente:

(1) reguladores de intensidad del tipo de resistencia, 200° C (392° F), o

(2) reguladores de intensidad del tipo de reactancia, autotransformadores o de estado sólido, 125° C (257° F).

Todo el alambrado de control debe cumplir lo establecido en el Artículo 725.

(2) Protección. Cada conductor debe tener una ampacidad no inferior al valor nominal del interruptor, interruptor automático o fusible al que alimenta. La interrupción del circuito y el anclaje de la barra conductora correspondiente deben cumplir lo establecido en las secciones 110.9 y 110.10. En el tablero de distribución debe estar marcado el valor nominal de corriente de cortocircuito.

Los conductores deben estar encerrados en canalizaciones metálicas o sujetos firmemente en su lugar, y protegidos por adaptadors cuando atraviesen partes metálicas.

(G) Luz piloto. Dentro del envolvente debe estar instalada una luz piloto conectada al circuito de alimentación del tablero, de modo que la apertura del interruptor maestro no corte la alimentación a la lámpara. Esta lámpara debe estar instalada en un circuito ramal individual que tenga protección contra sobrecorriente de valor nominal o ajuste a no más de 15 amperios.

(H) Conductores de alimentación.

(1) Generalidades. La alimentación a los tableros de distribución portátiles debe ser por medio de cables o cordones listados para uso extrapesado. Los cordones o cables de alimentación deben terminar dentro del envolvente del tablero de distribución, en un interruptor automático o un interruptor maestro con fusibles operables desde el exterior, o en un ensamble conector identificado para ese propósito. Los cables o cordones de alimentación (y el conjunto conector) deben tener una ampacidad suficiente para portar la carga total conectada al tablero de distribución y deben estar protegidos por dispositivos contra sobrecorriente.

(2) Cables de un solo conductor. Los conjuntos de cables de alimentación portátiles de un solo conductor no deben tener un calibre inferior al 2 AWG. El conductor de puesta a tierra de equipos no debe tener un calibre inferior al 6 AWG. Los cables de neutro puestos a tierra de un solo conductor para una alimentación se deben dimensionar de acuerdo con la sección 520.53(O)(2). Cuando los cables de un solo conductor estén en paralelo para aumentar la ampacidad, los conductores en paralelo deben tener la misma longitud y calibre. Los cables de alimentación de un solo conductor deben estar agrupados pero no atados. Se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos sea de un tipo diferente, siempre y cuando cumpla los otros requisitos de esta sección, y se permitirá que tenga un menor calibre, como lo permite la sección 250.122. Los conductores de puesta a tierra de equipos y los conductores puestos a tierra (neutro) se deben identificar de acuerdo con las secciones 200.6, 250.119 y 310.12. Se permitirá que los conductores puestos a tierra estén identificados marcando por lo menos los primeros 150 mm. (6 pulgadas) de ambos extremos de cada tramo del conductor con color blanco o gris. Se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos estén identificados marcando por lo menos los primeros 150 mm. (6 pulgadas) de ambos extremos de cada tramo del conductor con color verde o verde con franjas amarillas. Cuando en el mismo inmueble exista más de una tensión nominal, cada conductor no puesto a tierra debe estar identificado por sistema.

(3) Conductores de alimentación de máximo 3.0 m (10 pies) de longitud. Cuando los conductores de alimentación no tengan más de 3.0 m (10 pies) de longitud entre la alimentación y el tablero de distribución o entre la alimentación y un dispositivo de protección contra sobrecorriente subsiguiente, se permitirá que los conductores de alimentación tengan un calibre menor, si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) La ampacidad de los conductores de alimentación debe ser de al menos un cuarto de la ampacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente de alimentación.

(2) Los conductores de alimentación deben terminar en un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente que limitará la carga a la ampacidad de los conductores de alimentación. Se permitirá que este único dispositivo contra sobrecorriente alimente dispositivos de sobrecorriente adicionales en su lado de carga.

(3) Los conductores de alimentación no deben penetrar paredes, pisos o cielo rasos ni pasar a través de puertas o áreas de tráfico. Los conductores de alimentación deben estar protegidos adecuadamente contra daños físicos.

(4) Los conductores de alimentación deben terminar adecuadamente de una forma aprobada.

(5) Los conductores deben ser continuos, sin empalmes ni conectores.

(6) Los conductores no deben estar atados entre sí.

(7) Los conductores se deben soportar por encima del piso de una manera aprobada.

(4) Conductores de alimentación de máximo 6.0 m (20 pies) de longitud. Cuando los conductores

de alimentación no tengan más de 6.0 m (20 pies) de longitud entre la alimentación y el tablero de distribución o entre la alimentación y un dispositivo de protección contra sobrecorriente subsiguiente, se permitirá que los conductores de alimentación tengan un menor calibre si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) La ampacidad de los conductores de alimentación debe ser de al menos la mitad de la ampacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente de alimentación.

(2) Los conductores de alimentación deben terminar en un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente, que limite la carga a la ampacidad de los conductores de alimentación. Se permitirá que este único dispositivo contra sobrecorriente alimente dispositivos de sobrecorriente adicionales en su lado de carga.

(3) Los conductores de alimentación no deben penetrar paredes, pisos o cielo rasos ni deben pasar a través de puertas o áreas de tráfico. Los conductores de alimentación deben estar protegidos adecuadamente contra daños físicos.

(4) Los conductores de alimentación deben estar terminados adecuadamente de una manera aprobada.

(5) Los conductores de alimentación deben estar soportados de una manera aprobada al menos 2.1 m (7 pies) por encima del piso, excepto en las terminaciones.

(6) Los conductores de alimentación no se deben atar entre sí.

(7) Los conductores de derivación deben estar en tramos continuos.

(5) Conductores de alimentación con calibre no reducido. Se permitirá que los conductores de alimentación con calibre no reducido, según las disposiciones de la sección 520.53 (H) (3) o (H) (4), pasen a través de agujeros en las paredes diseñados específicamente para el propósito. Si la penetración se hace a través de una pared con clasificación de resistencia al fuego, debe estar de acuerdo con la sección 300.21.

(I) Disposiciones de los cables. Los cables deben estar protegidos por adaptadors cuando atraviesen los envolventes y deben estar instalados de modo que la tensión mecánica sobre el cable no se transmita a las conexiones. Cuando los conductores de alimentación pasen a través de metal, se deben aplicar las disposiciones de la sección 300.20.

(J) Número de interconexiones de alimentación. Cuando se utilicen conectores en un conductor de alimentación, debe haber un número máximo de tres interconexiones (pares de conectores acoplados), en donde la longitud total desde la alimentación hasta el tablero de distribución no exceda los 30 m (100 pies). En los casos en donde la longitud total desde la alimentación hasta el tablero de distribución exceda los 30 m (100 pies), se permitirá una interconexión adicional por cada 30 m (100 pies) de conductor de alimentación.

(K) Conectores monopolares separables. Cuando se utilicen conectores monopolares para cables portátiles, deben estar listados y ser del tipo de seguridad. Las secciones 400.10, 406.6 y 406.7 no se

deben aplicar a conectores separables monopolares listados ni a ensambles de cables de un solo conductor que utilizan conectores separables monopolares listados. Cuando los grupos en paralelo de conectores separables monopolares portadores de corriente se suministren como dispositivos de entrada, deberán estar etiquetados en forma visible con una advertencia que indique la presencia de conexiones internas en paralelo. El uso de conectores separables monopolares debe cumplir al menos con una de las siguientes condiciones:

(1) La conexión y desconexión de los conectores sólo es posible cuando los conectores de alimentación están enclavados a la fuente de alimentación y no es posible conectarlos o desconectarlos cuando esa fuente está energizada.

(2) Los conectores de línea son del tipo listado de enclavamiento secuencial, de modo que los conectores de carga se deben conectar en la siguiente secuencia:

a. Conexión del conductor de puesta a tierra de equipos.

b. Conexión del conductor del circuito puesto a tierra, si existe.

c. Conexión del conductor no puesto a tierra, y que la desconexión debe ser en el orden inverso.

(3) Al lado de los conectores de línea debe haber un aviso de precaución que indique que la conexión de la clavija se debe hacer en el siguiente orden:

a. Conectores del conductor de puesta a tierra de los equipos.

b. Conectores del conductor del circuito puesto a tierra, si existe.

c. Conectores del conductor no puesto a tierra, y que la desconexión debe ser en el orden inverso.

(L) Protección de los conductores y conectores de alimentación. Todos los conductores y conectores de alimentación deben estar protegidos contra daños físicos por un medio aprobado. No se exigirá que esta protección sea en canalizaciones.

(M) Entradas de superficie con reborde. Las entradas de superficie con reborde (clavijas empotradas) que se utilicen para recibir la alimentación deben estar designadas en amperios.

(N) Terminales. Los terminales a los que se vayan a conectar los cables del escenario deben estar ubicados de modo que permitan un acceso conveniente a los terminales.

(O) Conductor del neutro.

(1) Terminal del neutro. En los equipos de los tableros de distribución portátiles diseñados para uso con circuitos trifásicos tetrafilares con alimentación a tierra, el terminal del neutro de alimentación, su barra colectora asociada o el alambrado equivalente, o ambos, deben tener una ampacidad por lo menos igual al doble de la ampacidad del terminal de alimentación no puesto a tierra más grande.

Excepción: Cuando los equipos del tablero de distribución portátil

estén construidos e identificados específicamente para ser convertidos internamente en campo, de manera aprobada, de uso con un circuito trifásico tetrafilar balanceado con alimentación a tierra a un circuito monofásico trifilar balanceado con alimentación a tierra, el terminal del neutro de alimentación y su barra colectora asociada, el alambrado equivalente, o ambos, deben tener una ampacidad por lo menos igual a la del mayor terminal de alimentación monofásica no puesto a tierra.

(2) Conductor neutro de alimentación. Los conductores de alimentación para tableros de distribución portátiles que utilizan reguladores de intensidad con control de fase de estado sólido se deben dimensionar considerando al conductor del neutro como un conductor portador de corriente para los propósitos de la disminución del valor nominal. Los conductores de alimentación para tableros de distribución portátiles que utilizan sólo reguladores de intensidad de estado sólido y de onda sinusoidal se deben dimensionar considerando al conductor del neutro como un conductor no portador de corriente para los propósitos de la disminución del valor nominal. Cuando se usan cables alimentadores de un solo conductor, no instalados en canalizaciones, en circuitos multifásicos que alimentan a tableros de distribución portátiles que tienen reguladores de intensidad con control de fase de estado sólido, el conductor del neutro debe tener una ampacidad de por lo menos el 130 por ciento de los conductores del circuito no puestos a tierra que alimentan al tablero de distribución portátil. Cuando estos alimentadores suministran alimentación sólo a reguladores de intensidad de estado sólido y de onda sinusoidal, el conductor del neutro debe tener una ampacidad de por lo menos el 100 por ciento de los conductores del circuito no puestos a tierra que alimentan al tablero de distribución portátil.

(P) Personal calificado. La trayectoria de los conductores de alimentación portátiles, el establecer e interrumpir de los conectores de alimentación y otras conexiones de alimentación, y la energización y desenergización de las acometidas de alimentación deben ser realizados exclusivamente por personal calificado, y los tableros de distribución portátiles deben llevar una marca permanente y notablemente visible que indique este requisito.

Excepción: Se permitirá que un tablero de distribución portátil esté conectado a un receptáculo de alimentación instalado permanentemente por personal no calificado, cuando el receptáculo de alimentación esté protegido para su ampacidad nominal por un dispositivo de protección contra sobrecorriente de máximo 150 amperios y cuando el receptáculo, la interconexión y el tablero de distribución cumplan además todas las siguientes condiciones:

(a) Que para cada interconexión de alimentación se utilicen conectores multipolares listados, adecuados para ese uso.

(b) Que no se permita el acceso a todas las conexiones de alimentación al público en general.

(c) Que se utilicen cables o cordones multiconductores listados para uso extrapesado, con una ampacidad adecuada para el tipo de

carga y no inferior al valor en amperios de los conectores.

V. Equipos portátiles para escenarios, diferentes de los tableros de distribución

520.61 Lámparas de arco. Las lámparas de arco, incluidas las lámparas de arco encerradas y los balastos asociados, deben estar listadas. Los conjuntos de cordones de interconexión y los cordones y cables de interconexión deben ser para uso extrapesado y deben estar listados.

520.62 Unidades portátiles de distribución de alimentación. Las unidades portátiles de distribución de alimentación deben cumplir con las secciones 520.62 (A) hasta (E).

(A) Gabinete. La construcción del gabinete debe ser tal que no queden expuestas partes portadoras de corriente.

(B) Receptáculos y protección contra sobrecorriente. Los receptáculos deben cumplir lo establecido en la sección 520.45 y deben tener en la caja un dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal. Los fusibles e interruptores automáticos deben estar protegidos contra daños físicos. Los cables o cordones que alimentan receptáculos colgantes deben estar listados para uso extrapesado.

(C) Barras colectoras y terminales. Las barras colectoras deben tener una ampacidad igual a la suma de los valores nominales de corriente de todos los circuitos conectados a dichas barras. Se deben proporcionar lengüetas para la conexión del cable maestro.

(D) Entradas de superficie con reborde. Las entradas de superficie con reborde (clavijas empotradas) que se utilicen para recibir alimentación, deben estar designados en amperios.

(E) Disposición de los cables. Los cables deben estar protegidos adecuadamente cuando atraviesen los envolventes y deben estar instalados de modo que la tensión mecánica sobre el cable no se transmita a las terminaciones.

520.63 Alambrado de artefactos con ménsula.

(A) Alambrado de la ménsula. Las ménsulas que se vayan a utilizar en el escenario deben estar alambrados internamente y el vástago del artefacto se debe llevar detrás del escenario, donde se debe instalar un adaptadors en su extremo. Se permitirá el alambrado exterior de las ménsulas u otros artefactos cuando estén alambrados con cordones diseñados para uso pesado que pasen a través del escenario y sin uniones ni empalmes en la tapa ornamental de la parte posterior del artefacto y terminen en un conector aprobado para su uso en un escenario, ubicado, cuando sea posible, a una distancia no mayor de 450 mm (18 pulgadas) del artefacto.

(B) Montaje. Los artefactos deben estar asegurados firmemente en su lugar.

520.64. Baterías de conectores portátiles. Las baterías de conectores portátiles deben estar construidas de acuerdo con los requisitos para las lámparas de contorno y las luces laterales del proscenio establecidos en la sección 520.44(A). Cuando el cable de alimentación pase a través de metal, debe estar protegido por un adaptadors e instalado de modo que la tensión mecánica del cable no se transmita a las conexiones.

NOTA No. 1: Con respecto al alambrado de baterías de conectores

portátiles, véase la sección 520.42.

NOTA No. 2: Con respecto a los tipos de aislamiento exigidos en los conductores individuales, véase la sección 520.68 (A) (3).

520.65 Guirnaldas (luces colgantes). Los empalmes en el alambrado de las guirnaldas deben estar escalonados. Las lámparas encerradas en linternas o dispositivos similares de material combustible deben estar equipadas con protectores.

520.66 Efectos especiales. Los dispositivos eléctricos utilizados para simular rayos, cascadas y similares, deben estar construidos y ubicados de modo que las llamas, chispas o partículas calientes que produzcan no puedan entrar en contacto con materiales combustibles.

520.67 Conectores de cables de circuitos ramales multipolares. Los conectores de cables de circuitos ramales multipolares, macho y hembra, para conductores flexibles, deben estar construidos de modo que la tensión mecánica en el cable o cordón no se transmita a las conexiones. La parte hembra debe estar conectada al extremo de carga del cable o cordón del circuito de alimentación. El conector debe estar designado en amperios y diseñado de modo que no se puedan conectar juntos dispositivos de distinto valor nominal; sin embargo, se permitirá que un receptáculo de 20 amperios y ranura en T acepte una clavija de conexión de 15 amperios de la misma tensión nominal. Los conectores multipolares de corriente alterna deben estar polarizados y deben cumplir lo establecido en las secciones 406.6 y 406.9.

NOTA: Para la tracción en los terminales, véase la sección 400.10.

520.68 Conductores para elementos portátiles.

(A) Tipo de conductores.

(1) Generalidades. Los conductores flexibles, incluidas las extensiones de cables, utilizados para alimentar equipos portátiles en el escenario, deben estar listados como cordones o cables para uso extrapesado.

(2) Lámparas de pie. Se permitirán cordones listados para uso extrapesado para alimentar lámparas de pie cuando el cable no esté expuesto a daños físicos y esté protegido por un dispositivo contra sobrecorriente con valor nominal de 20 amperios como máximo.

(3) Aplicaciones a alta temperatura. Se permitirá emplear un ensamble especial de conductores en un manguito aislante de máximo 1 m (3.3 pies) de longitud, en lugar de un cordón flexible, si los alambres individuales son trenzados y de una temperatura nominal no inferior a 125° C (257° F) y el manguito exterior es de fibra de vidrio con un espesor de pared mínimo de 0.635 mm (0.025 pulgadas).
Se permitirá que el equipo portátil para escenario, que requiere conductores de alimentación flexibles con un mayor valor nominal de temperatura cuando un extremo está conectado permanentemente al equipo, emplee conductores alternativos adecuados, como lo determinen un laboratorio de pruebas, calificado y las normas de pruebas reconocidas.

(4) Desconectivos. Los cordones listados para uso pesado (servicio semipesado) se permitirán en ensambles de desconectivos cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) Los cordones se utilizan para hacer conexiones entre un solo conector multipolar que contiene dos o más circuitos ramales y múltiples conectores bipolares, y trifilares.

(2) El cordón más largo en el ensamble de desconectivos no excede los 6.0 m (20 pies).

(3) El ensamble de desconectivos está protegido contra daños físicos mediante su unión, en toda su longitud, a un tubo, armazón, torre, andamio u otra estructura de soporte sólido.

(4) Todos los circuitos ramales que alimentan el ensamble de desconectivos están protegidos por dispositivos de sobrecorriente con valor nominal de no más de 20 amperios.

(B) Ampacidad de los conductores. La ampacidad de los conductores debe cumplir lo establecido en la sección 400.5, excepto que se permitirá que la ampacidad de los cordones portátiles multiconductores de uso extrapesado, listados, que no estén en contacto directo con equipos que contengan componentes productores de calor, se determine de acuerdo con la Tabla 520.44. La corriente de carga máxima en cualquier conductor con su ampacidad determinada de acuerdo con la Tabla 520.44 no debe exceder los valores de la Tabla 520.44.

Excepción: Cuando se permitan conductores alternativos en la sección 520.68 (A) (3), su ampacidad debe ser la que se indique en la tabla apropiada de este Código para el tipo de conductores empleados.

520.69 Adaptadores. Los adaptadores, extensiones dobles y otros dispositivos de salida sencillos o múltiples, deben cumplir las condiciones de las secciones 520.69 (A), (B) y (C).

(A) Sin reducción en la corriente nominal. Todos los receptáculos y sus correspondientes cables deben tener el mismo valor nominal de corriente y tensión de las clavijas que las alimentan. No se deben utilizar en un circuito de escenario que tenga un mayor valor nominal de corriente.

(B) Conectores. Todos los conectores deben estar alambrados de acuerdo con la sección 520.67.

(C) Tipo de conductor. Los conductores para los adaptadores y las extensiones dobles deben ser cordones listados para uso extrapesado, o uso pesado (trabajo semipesado). El cordón de uso pesado (trabajo semipesado) se debe limitar en su longitud total hasta 1.0 m (3.3 pies).

VI. Camerinos

520.71 Portalámparas colgantes. En los camerinos no se deben instalar portalámparas colgantes.

520.72 Protección de las lámparas. Todas las lámparas incandescentes expuestas que haya en los camerinos a menos de 2.5 m (8 pies) del piso, deben estar equipadas con protectores abiertos remachados a la tapa de la caja de salida, o selladas o aseguradas de otra manera en su lugar.

520.73 Interruptores exigidos. Todas las luces y cualquier receptáculo adyacente a los espejos y

sobre la mesa de los tocadores, instalados en los camerinos, deben estar controlados por interruptores de pared instalados en el interior de los mismos. Cada interruptor que controle receptáculos adyacentes al(los) espejo(s) y sobre la mesa del tocador, debe llevar una luz piloto localizada afuera del camerino, adyacente a la puerta, que indique cuándo están energizados los receptáculos. No se exigirá que las otras salidas instaladas en el camerino estén controladas por un interruptor.

VII. Puesta a tierra

520.81 Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas y cables con forro metálico deben estar conectados a un conductor de puesta a tierra de equipos. Los bastidores y gabinetes metálicos de todos los equipos, incluidas las lámparas de contorno y luminarias portátiles, deben estar conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos.

ARTÍCULO 522
Sistemas de control para atracciones recreativas permanentes

I. Generalidades.

522.1 Alcance. Este artículo trata de la instalación de las fuentes de alimentación del circuito de control y de los conductores del circuito de control para equipos eléctricos, incluyendo el alambrado de control asociado en todas las estructuras o sobre ellas, que son parte integral de una atracción recreativa permanente.

522.2 Definiciones.

Atracción recreativa permanente. Dispositivos de desplazamiento, dispositivos de entretenimiento o combinación de ellos que se instalan de manera que la transferencia o reubicación no se puedan llevar a cabo.

Circuito de control. Para los propósitos de este artículo, el circuito de un sistema de control que porta las señales eléctricas que dirigen el desempeño del controlador, pero que no conduce la corriente principal de alimentación.

Dispositivo de desplazamiento. Dispositivo o combinación de dispositivos que llevan, transportan o dirigen a las personas sobre o a través de un trayecto restringido o fijo dentro de un área definida con el propósito principal de recreación o entretenimiento.

Dispositivo de entretenimiento. Dispositivo mecánico o electromecánico que proporciona una experiencia de entretenimiento.

> **NOTA**: Estos dispositivos pueden incluir utilería animada, equipo para espectáculos de acción, figuras animadas y efectos especiales en coordinación con audio e iluminación para brindar una experiencia de entretenimiento.

522.3 Otros artículos. Siempre que existan diferencias entre los requisitos de otros artículos de este Código y los del Artículo 522, se deben aplicar los requisitos del Artículo 522.

522.5 Limitaciones de tensión. La tensión de control debe ser de 150 voltios nominales como máximo, corriente alterna a tierra o de 300 voltios, corriente continua a tierra.

522.7 Mantenimiento. Las condiciones de mantenimiento y supervisión deben garantizar que sólo personas calificadas atenderán la atracción recreativa permanente.

II. Circuitos de control.

522.10 Fuente de alimentación para los circuitos de control.

(A) Circuitos de control de potencia limitada. Los circuitos de control de potencia limitada se deben alimentar de una fuente con salida nominal máxima de 30 voltios y 1000 volt-amperios.

(1) Transformadores de control. Los transformadores utilizados para alimentar circuitos de control de potencia limitada deben cumplir las secciones aplicables de las Partes I y II del Artículo 450.

(2) Otras fuentes de alimentación de control de potencia limitada. Las fuentes de alimentación de control de potencia limitada, diferentes de transformadores, deben estar protegidas por dispositivos de protección contra sobrecorriente con valor nominal máximo del 167 por ciento del valor nominal en volt-amperios de la fuente de alimentación dividida por la tensión nominal. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente fusibles no deben ser intercambiables con dispositivos de protección contra sobrecorriente fusibles de mayor valor nominal. Se permitirá que los dispositivos de protección contra sobrecorriente sean una parte integral de la fuente de alimentación.

Con el fin de cumplir la limitación de 1000 volt-amperios de la sección 522.10 (A), la salida máxima de las fuentes de alimentación, que no sean transformadores, se debe limitar a 2500 volt-amperios, y el producto de la corriente máxima y la tensión máxima no debe exceder de 10 000 volt-amperios. Estos valores nominales se deben determinar con cualquier dispositivo de protección contra sobrecorriente en derivación.

(B) Circuitos de control de potencia no limitada. Los circuitos de control de potencia no limitada no deben exceder de 300 voltios. No se exigirá que la salida de alimentación de la fuente esté limitada.

(1) Transformadores de control. Los transformadores utilizados para alimentar circuitos de control de potencia no limitada deben cumplir las secciones aplicables de las Partes I y II del Artículo 450.

(2) Otras fuentes de alimentación de control de potencia no limitada. Las fuentes de alimentación de control de potencia no limitada, diferentes de transformadores, deben estar protegidas por dispositivos de protección contra sobrecorriente con valor nominal máximo del 125 por ciento del valor nominal en volt-amperios de la fuente de alimentación dividida por la tensión nominal. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente fusibles no deben ser intercambiables con dispositivos de protección contra sobrecorriente fusibles de mayor valor nominal. Se permitirá que los dispositivos de protección contra sobrecorriente sean una parte integral de la fuente de alimentación.

III. Métodos de alambrado del circuito de control.

522.20 Conductores, barras colectoras y anillos colectores. Los conductores del circuito de control aislados deben ser de cobre y se permitirá que sean trenzados o sólidos. Se permitirán ensambles de cables multiconductores listados.

> *Excepción No. 1: Se permitirá que las barras colectoras y los anillos colectores sean de materiales diferentes del cobre. Excepción No. 2: Se permitirá que los conductores usados como dispositivos de propósito específico, tales como termopares y dispositivos térmicos de resistencia, sean de materiales diferentes del cobre.*

522.21 Dimensionamiento de los conductores.

(A) Conductores dentro de un ensamble o componente listado. Se permitirán conductores de calibre 30 AWG o más grandes dentro de un componente listado o como parte del alambrado de un ensamble listado.

(B) Conductores dentro de un gabinete o una estación de operador. Se permitirán conductores de

calibre 30 AWG o más grandes en un cable multiconductor listado y con chaqueta dentro de un gabinete o una estación de operador. Los conductores en un cable multiconductor sin chaqueta, tales como el cable cinta, no deben ser de un calibre inferior al 26 AWG. Los conductores sencillos no deben ser de un calibre inferior al 24 AWG.

Excepción: Se permitirán conductores sencillos del 30 AWG o más grandes para puentes y aplicaciones de alambrado especial.

(C) Conductores fuera de un gabinete o una estación de operador. El calibre de los conductores en un cable multiconductor listado y con chaqueta no debe ser inferior al 26 AWG. Los conductores individuales no deben ser de un calibre inferior al 18 AWG y se deben instalar únicamente cuando sean parte de un método de alambrado reconocido en el Capítulo 3.

522.22 Ampacidad del conductor. Los conductores de calibre del 16 AWG y más pequeños no deben exceder los valores de corriente permanente de la Tabla 522.22.

522.23 Protección contra sobrecorriente para los conductores. Los conductores de calibre 30 AWG hasta el 16 AWG deben tener protección contra sobrecorriente de acuerdo con la ampacidad apropiada del conductor en la Tabla 522.22. Los conductores con calibre superior al 16 AWG deben tener protección contra sobrecorriente de acuerdo con la ampacidad adecuada del conductor en la Tabla 310.16.

Tabla 522.22. Ampacidad del conductor basada en conductores de cobre con aislamiento para 60º C y 75º C en una temperatura ambiente de 30º C

Calibre del conductor (AWG)	Ampacidad	
	60° C	75° C
30	-	0.5
28	-	0.8
26	-	1
24	2	2
22	3	3
20	5	5
18	7	7
16	10	10

Notas:

1. Para temperaturas ambiente diferentes de 30º C, se utilizan los factores de corrección de temperatura de la Tabla 310.16.

2. Los ajustes de la ampacidad para conductores con aislamiento para 90º C o más se deben basar en las ampacidades en la columna de 75º C.

522.24 Conductores de diferentes circuitos en el mismo cable, bandeja portacables, gabinete o canalización. Se permitirá que los circuitos de control estén instalados con otros circuitos como lo especifican las secciones 522.24 (A) y (B).

(A) Dos o más circuitos de control. Se permitirá que los circuitos de control ocupen el mismo

cable, bandeja portacables, gabinete o canalización sin considerar si los circuitos individuales son de corriente alterna o de corriente continua, siempre que todos los conductores estén aislados para la tensión máxima de cualquier conductor en el cable, bandeja portacables, gabinete o canalización.

(B) Circuitos de control con circuitos de fuerza. Se permitirá que los circuitos de control se instalen con los conductores de fuerza tal como se especifica en las secciones 522.24 (B) (1) hasta (B) (3).

(1) En un cable, gabinete o canalización. Se permitirá que los circuitos de control y los circuitos de fuerza ocupen el mismo cable, gabinete o canalización únicamente cuando el equipo alimentado esté funcionalmente asociado.

(2) En centros de control ensamblados en fábrica o en campo. Se permitirá que los circuitos de control y los circuitos de fuerza se instalen en centros de control ensamblados en fábrica o en campo.

(3) En un pozo de inspección. Se permitirá que los circuitos de control y los circuitos de fuerza se instalen como conductores subterráneos en un pozo de inspección, de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

(1) Los conductores del circuito de control o de fuerza estén en un cable con gabinete metálico o un cable tipo UF.

(2) Los conductores estén separados permanentemente de los conductores de fuerza por un elemento no conductor continuo fijado firmemente, tal como tubería flexible, además del aislamiento en el alambre.

(3) Los conductores estén separados permanente y eficazmente de los conductores de fuerza y estén sostenidos fijamente a bastidores, aisladores u otros soportes aprobados.

(4) En bandejas portacables, cuando los conductores del circuito de control y los conductores de fuerza que no están funcionalmente asociados a ellos estén separados por una barrera fija y sólida de un material compatible con la bandeja portacables, o cuando los conductores del circuito de control o de fuerza están en un cable con gabinete metálico.

522.25 Circuitos de control subterráneos. Se permitirá que los sistemas y circuitos de corriente continua, bifilares y de corriente alterna derivados separadamente, de 50 voltios o más, sean subterráneos, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

(1) Se exija la continuidad de la alimentación de control para la parada sistemática.

(2) Se instalen detectores de tierra en el sistema de control.

522.28 Circuitos de control en lugares mojados. Cuando existe la probabilidad de que ocurra contacto mojado, los circuitos de control de corriente continua bifilares subterráneos se deben limitar a 30 voltios máximo para corriente continua permanente o 12.4 voltios pico para la corriente directa que es interrumpida a una tasa de 10 a 200 Hz.

ARTÍCULO 525
Carnavales, circos, ferias y eventos similares

I. Requisitos generales

525.1 Alcance. Este artículo trata de la instalación del alambrado y de los equipos portátiles para carnavales, circos, ferias, y espectáculos similares, incluyendo el alambrado en todas las estructuras o sobre ellas.

525.2 Definiciones.

Estructuras portátiles. Unidades cuyo diseño permite su traslado e incluyen, pero no se limitan a diversiones mecánicas, atracciones, concesiones, tiendas, remolques, camiones y unidades similares.

Operario. Individuo responsable de arrancar, detener y controlar una diversión mecánica o de supervisar una concesión.

525.3 Otros Artículos.

(A) Alambrado y equipos portátiles. Cuando los requisitos de otros artículos de este Código difieran de los del Artículo 525, se debe aplicar lo establecido en el Artículo 525 al alambrado y equipos portátiles.

(B) Estructuras permanentes. Se deben aplicar los Artículos 518 y 520 al alambrado en estructuras permanentes.

(C) Equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio. El Artículo 640 se debe aplicar al alambrado e instalación del equipo de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio.

(D) Atracciones que utilizan piscinas, fuentes e instalaciones similares con volúmenes de agua contenida. Estos equipos se deben instalar de modo que cumplan los requisitos aplicables del Artículo 680.

525.5 Distancias de los conductores aéreos.

(A) Distancias verticales. Los conductores deben estar a una distancia vertical con respecto al suelo de acuerdo con la sección 225.18. Estas distancias se deben aplicar solamente al alambrado instalado en el exterior de tiendas y concesiones.

(B) Distancias a las estructuras portátiles.

(1) De menos de 600 voltios. Las estructuras portátiles se deben mantener a no menos de 4.5 m (15 pies) en cualquier dirección desde los conductores aéreos que funcionan a 600 voltios o menos, excepto los conductores que alimentan a la estructura portátil. Las estructuras portátiles que se incluyen en la sección 525.3 (D) deben cumplir con lo establecido en la Tabla 680.8.

2) De más de 600 voltios. Las estructuras no se deben ubicar debajo ni a una distancia máxima de 4.5 m (15 pies) medida horizontalmente de los conductores que funcionan a más de 600 voltios.

525.6. Protección de los equipos eléctricos. Los equipos eléctricos y los métodos de alambrado en o sobre las estructuras portátiles deben estar equipados con protección mecánica cuando estén expuestos a daños físicos.

II. Fuentes de alimentación

525.10 Acometidas. Las acometidas deben cumplir con lo establecido en las secciones 525.10 (A) y (B).

(A) Protección. No se deben instalar equipos de acometida en lugares accesibles a personas no calificadas, a menos que los equipos se puedan bloquear con llave.

(B) Montaje y ubicación. El equipo de la acometida se debe montar sobre una base sólida e instalarse de modo que quede protegido de la intemperie, a menos que sea un equipo a prueba de intemperie.

525.11 Fuentes múltiples de alimentación. Cuando acometidas múltiples o sistemas derivados separadamente, o ambos, alimentan a estructuras portátiles, los conductores de puesta a tierra de equipos de todas las fuentes de alimentación que sirven a dichas estructuras, separados por menos de 3.7 m (12 pies) se deben conectar unidos en las estructuras portátiles. El conductor de unión debe ser de cobre y estar dimensionado de acuerdo con la tabla 250.122 con base en el dispositivo más grande de protección contra sobrecorriente que alimenta a las estructuras portátiles, pero no debe tener un calibre inferior al 6 AWG.

III. Métodos de alambrado

525.20 Métodos de alambrado.

(A) Tipo. Cuando se utilicen cordones o cables flexibles, estos deben estar listados para uso extrapesado. Cuando se utilicen cordones o cables flexibles y no estén expuestos a daños físicos, se permitirá que estén listados para uso pesado. Cuando se usen en exteriores, los cordones y cables flexibles también deben estar listados para lugares mojados y deben ser resistentes a la luz del sol. Se permitirá utilizar cordones o cables flexibles de uso extrapesado como alambrado permanente en juegos mecánicos y atracciones portátiles cuando no estén sometidas a daños físicos.

(B) Un solo conductor. Sólo se permitirán cables de un solo conductor de calibre 2 AWG o superior.

(C) Conductores abiertos. Están prohibidos los conductores abiertos, excepto si forman parte de un ensamble o guirnalda de luces, listados e instalados de acuerdo con el Artículo 225.

(D) Empalmes. Los cables o cordones flexibles deben ser continuos y sin empalmes ni derivaciones entre las cajas o accesorios.

(E) Conectores de cordón. No se deben dejar los conectores de cables en el suelo, a menos que estén listados para lugares mojados. Los conectores y conexiones de cables no se deben colocar en pasos de tráfico del público, o dentro de áreas accesibles al público, a menos que estén protegidos.

(F) Soporte. El alambrado de un juego mecánico, atracción, tienda o estructura similar no debe estar sostenido en ningún otro juego o estructura, a menos que esté diseñado específicamente para el propósito.

(G) Protección. Los cordones o cables, accesibles al público, se deben disponer de modo que se reduzca al mínimo el riego de tropiezo y se permitirá que estén cubiertos por tapetes no conductores, siempre que los tapetes no constituyan un mayor riesgo de tropiezo que los cables descubiertos. Se permitirá enterrar los cables. No se deben aplicar los requisitos de la sección 300.5.

(H) Cajas y accesorios. En cada punto de conexión, de salida, de conmutación o de unión, se debe instalar una caja o accesorio.

525.21 Juegos mecánicos, tiendas y concesiones.

(A) Medios de desconexión. Cada estructura portátil debe tener un interruptor de desconexión ubicado a la vista desde la estación del operario y máximo a 1.8 m (6 pies) de ella. Los medios de desconexión deben ser de fácil acceso para el operario, incluso cuando el juego mecánico está en funcionamiento. Cuando es accesible a personas no calificadas, el gabinete del interruptor o interruptor automático debe ser del tipo de cierre con llave. Se permitirá como método de apertura del circuito un dispositivo de disparo en derivación que abra el desconectivo con fusible o el interruptor automático cuando se cierre un interruptor ubicado en la consola del operario del juego mecánico.

(B) Alambrado portátil dentro de las tiendas y concesiones. El alambrado eléctrico para alumbrado colocado dentro de las tiendas y concesiones, se debe instalar firmemente, y en donde esté expuesto al daño físico, debe contar con protección mecánica. Todas las lámparas para la iluminación general deben estar protegidas de la rotura accidental, mediante una luminaria adecuada o un portalámparas con protector.

525.22 Cajas portátiles de distribución o de terminación. Las cajas portátiles de distribución o de terminación deben cumplir con lo establecido en las secciones 525.22 (A) hasta (D).

(A) Construcción. Las cajas deben estar diseñadas de modo que no haya partes vivas expuestas al contacto accidental. Cuando se instalen en exteriores, las cajas deben ser de construcción a prueba de intemperie y estar montadas de modo que la parte inferior del gabinete no quede a menos de 150 mm (6 pulgadas) sobre el suelo.

(B) Barras colectoras y terminales. Las barras colectoras deben tener un valor nominal de corriente no inferior a la del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador que alimenta la caja. Cuando los conductores terminen directamente en las barras colectoras, se deben instalar conectores para barras colectoras.

(C) Receptáculos y protección contra sobrecorriente. Los receptáculos deben tener protección contra sobrecorriente instalada dentro de la caja. El valor nominal de corriente del dispositivo contra sobrecorriente no debe exceder el valor nominal del receptáculo, excepto lo permitido en el Artículo 430 para cargas de motores.

(D) Conectores monopolares. Cuando se utilicen conectores monopolares, deben cumplir lo establecido en la sección 530.22.

525.23 Protección mediante interruptores de circuito contra fallas a tierra (GFCI).

(A) Cuando se exige protección GFCI. Se permitirá que el interruptor de circuito contra fallas a tierra sea una parte integral de la clavija de conexión o esté localizado en el cordón de alimentación, a una

distancia no mayor de 300 mm (12 pulgadas) de la clavija de conexión. Se permitirán juegos de cordones listados que incorporen protección del personal mediante interruptores de circuito contra fallas a tierra.

(1) Receptáculos que no sean del tipo de seguridad, de 125 voltios, monofásicos, de 15 y 20 amperios usados para el montaje y desmontaje o que sean de fácil acceso para el público general.

(2) Equipo de fácil acceso para el público general y alimentado por un circuito ramal monofásico de 125 voltios, y de 15 ó 20 amperios.

(B) Cuando no se exige protección GFCI. No se exigirá que los receptáculos que sólo facilitan la desconexión y reconexión rápidas del equipo eléctrico tengan protección con GFCI. Estos receptáculos deben ser del tipo de seguridad.

(C) Cuando no se permite protección GFCI. La iluminación de las salidas no debe estar protegida mediante GFCI.

IV. Puesta a tierra y unión

525.30 Unión de los equipos. Se deben unir los siguientes equipos cuando estén conectados a la misma fuente de alimentación:

(1) Canalizaciones metálicas y cables con forro metálico.

(2) Envolventes *(enclosures)* metálicos de los equipos eléctricos.

(3) Estructuras y partes metálicas de las estructuras portátiles, remolques, camiones u otros equipos que contengan o sostengan equipos eléctricos.

Se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos del circuito que alimenta a los equipos de los numerales (1), (2) o (3), que probablemente energicen la parte o armazón metálicos, sirva como el medio de unión.

525.31 Puesta a tierra de los equipos. Todos los equipos que deban estar puestos a tierra se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos de un tipo reconocido en la sección 250.118 y que esté instalado de acuerdo con las Partes VI y VII del Artículo 250. El conductor de puesta a tierra de equipos debe estar conectado con el conductor puesto a tierra del sistema en el medio de desconexión de la acometida o, en el caso de un circuito derivado separadamente, tal como un generador, en el generador o en el primer medio de desconexión alimentado por el generador. El conductor del circuito puesto a tierra no debe estar conectado al conductor de puesta a tierra de equipos en el lado de carga del medio de desconexión de la acometida, ni en el lado de carga del medio de desconexión de un sistema derivado separadamente.

525.32 Aseguramiento de la continuidad del conductor de puesta a tierra. La continuidad del sistema del conductor de puesta a tierra usado para reducir los riesgos de choque eléctrico, como lo exigen las secciones 250.114, 250.138, 406.3 (C) y 590.4 (D) se debe verificar cada vez que se conecte el equipo eléctrico portátil.

ARTÍCULO 530
Estudios de cine, de televisión y lugares similares

I. Generalidades

530.1 Alcance. Los requisitos de este artículo se deben aplicar a los estudios de cine y de televisión en los que se utilizan cámaras con película o cámaras electrónicas, excepto lo establecido en la sección 520.1, y a las oficinas, fábricas, laboratorios, escenarios o partes de un edificio en las que se exponen, revelan, procesan, imprimen, cortan, editan, rebobinan, reparan o almacenan películas o cintas de más de 22 mm (7/8 de pulgada) de ancho.

> **NOTA**: Con respecto a los métodos de protección contra los riesgos que suponen las películas de nitrato de celulosa, véase la publicación NFPA 40-2007, Standard for the Storage and Handling of Cellulose Nitrate Film.

530.2 Definiciones.

Araña (bloque para empalme de cables). Dispositivo que contiene barras colectoras aisladas entre sí, usada para empalmar o distribuir alimentación a cables y cordones portátiles terminados en conectores monopolares para barras colectoras.

Caja de conexiones mediante clavijas. Dispositivo de c.c. que consta de uno o más receptáculos no puestos a tierra, bipolares, bifilares no polarizados, para uso solamente en circuitos de c.c.

Caja de distribución de alimentación de corriente alterna (caja de conexionado mediante clavijas en corriente alterna, caja de distribución). Caja o centro de distribución de corriente alterna que contiene uno o más receptáculos polarizados y con polo a tierra y puede contener dispositivos de protección contra sobrecorriente.

Conector monopolar separable. Dispositivo que se instala en los extremos de cables portátiles flexibles de un solo conductor y que se utiliza para establecer conexión o desconexión entre dos cables o un cable y un conector monopolar separable montado en un panel.

Efecto de escenario (efecto especial). Parte de un equipo eléctrico o electromecánico utilizado para simular efectos visuales o sonoros, como máquinas de viento, simuladores de rayos, proyectores que imitan la puesta de sol y similares.

Equipo portátil. Equipo diseñado para llevarlo de un sitio a otro.

Escenario. Área específica dispuesta con un decorado provisional y utilería diseñadas y preparadas para una escena particular de una película o producción para televisión.

Estudio de cine (plató o set). Edificio o grupo de edificios y otras estructuras diseñadas, construidas o alteradas permanentemente para su uso por la industria del entretenimiento con el fin de rodar películas de cine o producciones para televisión.

Estudio de televisión o escenario de una película (estudio insonorizado). Edificio o parte de un edificio, normalmente aislado del ruido exterior y luz natural, usado por la industria del entretenimiento para la producción de películas de cine, o producciones para la televisión o comerciales.

Exteriores (lugar de rodaje). Lugar ubicado fuera de un estudio, donde se filma o graba una producción o parte de ella.

Interruptor de seguridad. Interruptor de seguridad para distribución montado en la pared y operado desde el exterior, que puede contener o no protección contra sobrecorriente y está diseñado para la conexión de cables y cordones portátiles.

Lámpara de pie (luz de trabajo). Soporte portátil que contiene una luminaria o portalámparas de uso general con un protector, para proporcionar iluminación general al estudio o escenario.

Panel de exteriores (panel doble). Equipo portátil que contiene uno o más contactores para alumbrado y protección contra sobrecorriente, diseñado para el control remoto del alumbrado del escenario.

Utilería de escenario. Artículo u objeto utilizado como elemento visual en una película o producción de televisión, con excepción de los fondos pintados (decorados) y el vestuario.

530.6 Equipo portátil. Se permitirá usar provisionalmente, en exteriores, equipos portátiles de alumbrado del escenario y del estudio y equipos portátiles de distribución de alimentación, siempre que esos equipos sean supervisados por personal calificado cuando estén energizados y separados con barreras del público en general.

II. Escenario o plató (set)

530.11 Alambrado permanente. El alambrado permanente debe ser con cables de los tipos MC o AC que tengan un conductor aislado de puesta a tierra de equipos dimensionado de acuerdo con la Tabla 250.122, cable del tipo MI o en canalizaciones aprobadas.

> *Excepción: Se permitirá que los circuitos de comunicaciones; los circuitos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio; los circuitos de señalización o control remoto de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 y los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada estén alambrados de acuerdo con los Artículos 640, 725, 760 y 800.*

530.12 Alambrado portátil.

(A) Alambrado para el escenario. El alambrado para la iluminación del escenario y otro alambrado de alimentación no fijo como el de exteriores, se debe hacer con cables y cordones flexibles listados para uso pesado. Cuando esté expuesto a daños físicos, este alambrado debe ser de cordones y cables flexibles listados para uso extrapesado. Se permitirán los empalmes o derivaciones en cables, si la carga total conectada no excede la ampacidad máxima del cable.

(B) Efectos de escenario y equipo eléctrico usado como utilería del escenario. Se permitirá que el alambrado para los efectos de escenario y para el equipo eléctrico usado como utilería del escenario, sea hecho con cordones o cables flexibles listados con conductores sencillos o multiconductores, si los conductores están protegidos contra daños físicos y asegurados al escenario mediante amarres para cables o grapas aisladas, aprobados. Se permitirán empalmes o derivaciones cuando estén hechos con dispositivos listados y los circuitos estén protegidos a máximo 20 amperios.

(C) Otros equipos eléctricos. Se permitirán los cordones y cables diferentes de los de uso extrapesado,

cuando se suministran como una parte de un ensamble listado.

530.13 Control del alumbrado del escenario y de los efectos de escenario. Los interruptores utilizados para las luces del escenario y para los efectos en el escenario (en escenarios, en el plató (set) y en exteriores), deben ser operables desde el exterior. Cuando se utilicen contactores como medio de desconexión para fusibles, se debe instalar un interruptor individual operable desde el exterior, con valor nominal adecuado, para el control de cada contactor y debe estar ubicado a una distancia no superior a 1.8 m (6 pies) de dicho contactor, además de los interruptores de control remoto. Se permitirá que haya un solo interruptor operable desde el exterior que desconecte simultáneamente todos los contactores de cualquier panel de exteriores, cuando esté ubicado a una distancia no superior a 1.8 m (6 pies) de dicho panel.

530.14 Cajas de conexiones mediante clavijas. Cada receptáculo de las cajas de conexiones mediante clavijas de c.c. debe tener un valor nominal no inferior a 30 amperios.

530.15 Gabinete y resguardo de las partes vivas.

(A) Partes vivas. Las partes vivas deben estar encerradas o resguardadas para prevenir el contacto accidental con personas y objetos.

(B) Interruptores. Todos los interruptores deben ser operables desde el exterior.

(C) Reóstatos. Los reóstatos deben estar instalados en cajas o gabinetes aprobados que encierren todas sus partes vivas, dejando expuestas solamente las manijas de operación.

(D) Partes portadoras de corriente. Las partes portadoras de corriente de los interruptores de seguridad *("bull switch")*, paneles de exteriores, arañas y cajas de conexiones mediante clavijas deben estar encerradas, resguardadas o ubicadas de modo que las personas no puedan accidentalmente ponerse en contacto ni poner materiales conductores en contacto con dichas partes.

530.16 Luminarias portátiles. Las luminarias y luces de trabajo portátiles deben estar equipadas con cordones flexibles, portalámparas de materiales compuestos o de porcelana con un forro metálico y protectores sólidos.

> *Excepción: Las luminarias portátiles utilizadas como utilerías de escenario para una película o producción de televisión, en el escenario, en un estudio o en exteriores, no se deben considerar como luminarias portátiles para el propósito de esta sección.*

530.17 Lámparas de arco portátiles

(A) Lámparas de arco de carbón portátiles. Las lámparas de arco de carbón portátiles deben ser de construcción sólida. El arco se debe producir en un envolvente diseñado para que no deje salir chispas ni trozos de carbón y para evitar el contacto de personas o materiales con el arco o con las partes desnudas vivas. Los envolventes deben estar ventilados y todos los interruptores deben ser operables desde el exterior.

(B) Lámparas de descarga por arco eléctrico, de material diferente del carbón, portátiles. Las lámparas de arco, de material diferente del carbón, portátiles, incluidas las lámparas de arco eléctrico encerradas y sus balastos asociados, deben estar listadas. Los juegos de cordones de

interconexión y los cordones y cables de interconexión deben ser para uso extrapesado y estar listados.

530.18 Protección contra sobrecorriente - Generalidades. Los dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente (interruptores automáticos o fusibles) para la iluminación del escenario de un estudio de cine y los cables del escenario para dicha iluminación deben ser como se indican en las secciones 530.18 (A) hasta (G). La ampacidad máxima permitida en un conductor, cable o cordón de calibre dado, debe ser como se indica en las tablas correspondientes de los Artículos 310 y 400.

(A) Cables del escenario. Los cables para la iluminación del escenario deben estar protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente ajustados a un máximo del 400 por ciento de la ampacidad dada en las tablas correspondientes de los Artículos 310 y 400.

(B) Alimentadores. En los edificios usados fundamentalmente para la producción de películas de cine, los alimentadores desde la subestaciones hasta los escenarios deben estar protegidos por dispositivos contra sobrecorriente (ubicados generalmente en la subestación) con un valor nominal de corriente adecuada. Se permitirá que los dispositivos de protección contra sobrecorriente sean multipolares o monopolares de operación en tándem. No se exigirá un polo en el conductor del neutro. El ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente para cada alimentador no debe ser superior al 400 por ciento de la ampacidad del alimentador, como se establece en las tablas correspondientes del Artículo 310.

(C) Protección de los cables. Los cables se deben proteger con adaptadors cuando pasen a través de envolventes, y se deben disponer de manera que la tensión mecánica en el cable no se transmita a las conexiones. Se deben aplicar los requisitos de la sección 300.20 Cuando los conductores de alimentación pasen a través de metal.
Se permitirá que los cables portátiles de un alimentador penetren provisionalmente muros, pisos o cielos rasos con clasificación de resistencia al fuego, siempre y cuando se apliquen todas las condiciones siguientes:

(1) La abertura sea de un material incombustible.

(2) Cuando esté en uso, la abertura esté cerrada con un sello provisional de un material listado como resistente al fuego.

(3) Cuando no esté en uso, la abertura esté tapada con un material con una clasificación de resistencia al fuego equivalente.

(D) Paneles de exteriores. Se deben proporcionar dispositivos de protección contra sobrecorriente (fusibles o interruptores automáticos) en los paneles de exteriores. Los fusibles en los paneles de exteriores deben tener un valor nominal en amperios no superior al 400 por ciento de la ampacidad de los cables que haya entre los paneles de exteriores y las cajas de conexiones mediante clavijas.

(E) Cajas de conexiones mediante clavijas. Los cables y cordones alimentados a través de cajas de conexiones mediante clavijas deben ser de cobre. Los cables y cordones de calibre inferior al 8 AWG deben estar conectados a la caja de conexiones mediante clavijas por medio de una clavija que contenga dos fusibles de cartucho o un interruptor automático bipolar. El valor nominal de corriente de los fusibles o el ajuste del interruptor automático no deben ser superiores al 400 por ciento de la ampacidad nominal de los cables y cordones, según las tablas correspondientes de los Artículos 310 y 400. No se permitirá utilizar cajas de conexiones mediante clavijas en los sistemas de c.a.

(F) Cajas de distribución de alimentación de corriente alterna. Las cajas de distribución de alimentación de c.a., utilizadas en los estudios insonorizados y en exteriores de rodaje, deben contener receptáculos polarizados, del tipo puesto a tierra.

(G) Alumbrado. Las conexiones de las luces de trabajo, lámparas de pie y luminarias de 1000 watts nominales o menos, conectados a cajas de conexiones mediante clavijas de c.c. deben hacerse por medio de conectores que contengan dos fusibles de cartucho de máximo 20 amperios, o se permitirá conectarlos a salidas especiales de circuitos protegidos por fusibles o interruptores automáticos de máximo 20 amperios nominales. No se deben utilizar fusibles de tapón, excepto en el lado de carga de los interruptores automáticos o fusibles en los paneles de exteriores.

530.19 Dimensionamiento de los conductores del alimentador para estudios de televisión.

(A) Generalidades. Se permitirá aplicar los factores de demanda de la Tabla 530.19 (A) a la parte de la carga máxima posible conectada para el alumbrado de un estudio o escenario a todos los alimentadores instalados en forma permanente entre la subestación y el escenario y a todos los alimentadores instalados en forma permanente entre el tablero de distribución principal del escenario y los centros de distribución del escenario o paneles de exteriores.

Tabla 530.19 (A). Factores de demanda para la iluminación de escenarios

Parte de la carga de iluminación del escenario a la que se aplica el factor de demanda (volt-amperios)	Factor de demanda del alimentador (%)
Primeros 50,000 o menos	100
De 50,001 a 100,000	75
De 100,001 a 200,000	60
Más de 200,000	50

(B) Alimentadores portátiles. Se permitirá aplicar un factor de demanda del 50 por ciento de la carga máxima posible conectada a todos los alimentadores portátiles.

530.20 Puesta a tierra. Los cables de los tipos MC y, MI, las canalizaciones metálicas y todas las partes metálicas no portadoras de corriente de los artefactos, dispositivos y equipos se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos. Esto no se debe aplicar a las lámparas colgantes y portátiles, al alumbrado y al equipo de sonido del escenario ni a otros equipos portátiles y especiales del escenario que funcionen con c.c. a máximo 150 voltios a tierra.

530.21 Receptáculos y clavijas.

(A) Valor nominal. Los receptáculos y clavijas se deben designar en amperios. La tensión nominal de las clavijas y los receptáculos no debe ser inferior a la tensión del circuito. El valor nominal en amperios de los receptáculos y clavijas para circuitos de c.a. no debe ser inferior al valor nominal en amperios del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador o circuito ramal. No se debe aplicar la Tabla 210.21 (B) (2).

(B) Intercambiabilidad. Se permitirá que los receptáculos y clavijas utilizados en equipos profesionales portátiles de cine y de televisión sean intercambiables para uso en c.a. o c.c. en las mismas instalaciones, siempre que estén listados para su uso en c.a./c.c. y marcados adecuadamente para identificar el sistema al que están conectados.

530.22 Conectores monopolares separables.

(A) Generalidades. Cuando se utilicen conectores monopolares para cables portátiles de c.a., deben estar listados y ser del tipo de seguridad. Las secciones 400.10, 406.6 y 406.7 no se deben aplicar a conexiones separables monopolares listadas ni a ensambles de cables de un solo conductor que utilizan conectores separables monopolares listados. Cuando se suministren ensambles en paralelo de conectores separables monopolares portadores de corriente, como dispositivos de entrada, deben estar etiquetados en forma notablemente visible con una advertencia que indique la presencia de conexiones internas en paralelo. El uso de los conectores separables monopolares debe cumplir al menos con una de las siguientes condiciones:

(1) La conexión y desconexión de los conectores sólo es posible cuando los conectores de alimentación están enclavados con la fuente y no es posible conectarlos o desconectarlos cuando la alimentación está energizada.

(2) Los conectores de línea son del tipo de enclavamiento secuencial listado, de modo que los conectores de carga deben ser conectados en la siguiente secuencia:

a. Conexión del conductor de puesta a tierra de equipos.

b. Conexión del conductor del circuito puesto a tierra, si lo hay.

c. Conexión del conductor no puesto a tierra; y la desconexión se debe hacer en el orden inverso.

(3) Al lado de los conectores de línea debe haber un anuncio de precaución que indique que la conexión de los conectores se debe hacer en el siguiente orden:

a Conectores del conductor de puesta a tierra de los equipos.

b Conectores del conductor del circuito puesto a tierra, si lo hay.

c Conectores del conductor no puesto a tierra; y que la desconexión se debe hacer en el orden inverso.

(B) Intercambiabilidad. Se permitirá que los conectores separables monopolares utilizados en equipos profesionales portátiles de cine y de televisión sean intercambiables para uso en c.a. o c.c. o para diferentes valores nominales de corriente en las mismas instalaciones, siempre que estén listados para su uso en c.a /c.c. y marcados adecuadamente para identificar el sistema al que están conectados.

530.23 Circuitos ramales. Se permitirá que un circuito ramal de cualquier calibre, que alimente a uno o más receptáculos, alimente las cargas de alumbrado del escenario.

III. Camerinos

530.31 Camerinos. El alambrado fijo en los camerinos se debe instalar de acuerdo con los métodos de alambrado del Capítulo 3. El alambrado para camerinos portátiles debe estar aprobado.

IV. Mesas de inspección, corte y montaje

530.41 Lámparas en mesas. En las mesas de inspección, corte y montaje sólo se deben usar portalámparas de materiales compuestos, recubiertos de metal o de porcelana, sin interruptores, equipados con un medio adecuado que proteja las lámparas contra daños físicos, y del contacto con las películas y desechos de películas.

V. Bóvedas para almacenamiento de películas de nitrato de celulosa

530.51 Lámparas en las bóvedas para almacenamiento de películas de nitrato de celulosa. Las lámparas en las bóvedas para almacenamiento de películas de nitrato de celulosa deben estar instaladas en artefactos rígidos del tipo encerrado con vidrio y con empaquetaduras. Las lámparas deben estar controladas por un interruptor que tenga un polo en cada conductor no puesto a tierra. Este interruptor debe estar ubicado fuera de la bóveda y equipado con una luz piloto que indique si está encendido o apagado. Este interruptor debe desconectar de todas las fuentes de alimentación a todos los conductores no puestos a tierra que terminen en cualquier salida en la bóveda.

530.52 Equipos eléctricos en bóvedas para almacenamiento de películas de nitrato de celulosa. En las bóvedas para almacenamiento de películas de nitrato de celulosa no debe haber receptáculos, salidas, calefactores, luces portátiles ni otros equipos eléctricos portátiles, excepto lo permitido en la sección 530.31. Se permitirán motores eléctricos, siempre que estén listados para la aplicación y cumplan con el Artículo 500, Clase I, División 2.

VI. Subestaciones

530.61 Subestaciones. El alambrado y los equipos de más de 600 voltios nominales deben cumplir lo establecido en el Artículo 490.

530.62 Subestaciones portátiles. El alambrado y los equipos de subestaciones portátiles deben cumplir lo establecido en las secciones que tratan de instalaciones en subestaciones fijas permanentes, pero, debido al menor espacio disponible, se permitirá reducir el espacio de trabajo, siempre que los equipos estén instalados de modo que los operarios puedan trabajar con seguridad y que cualquier persona que haya en la cercanía no pueda entrar en contacto accidental con partes portadoras de corriente ni poner objetos conductores en contacto con dichas partes mientras están energizadas.

530.63 Protección contra sobrecorriente de los generadores de corriente continua. Los generadores trifilares deben tener protección contra sobrecorriente de acuerdo con la sección 445.12 (E).

530.64 Tableros de distribución de corriente continua.

(A) Generalidades. No se exigirá que los tableros de distribución de máximo 250 voltios de c.c. entre conductores, cuando están ubicados en subestaciones o cuartos de tableros de distribución accesibles solamente a personas calificadas, sean de frente muerto.

(B) Bastidor de los interruptores automáticos. No se exigirá que los bastidores de los interruptores automáticos de c.c instalados en tableros de distribución estén conectados a un conductor de puesta a tierra de equipos.

ARTÍCULO 540
Salas para proyección de cine

I. Generalidades

540.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a las salas de proyección de cine, proyectores de cine y equipos asociados de tipo profesional y no profesional, que utilicen como fuentes de luz lámparas incandescentes, de arco de carbón, de xenón u otra fuente que pueda producir gases, polvos o radiaciones peligrosas.

> **Nota**: Para mayor información, véase la publicación NFPA 40-2007, Standard for Storage and Handling of Cellulose Nitrate Film.

540.2 Definiciones

Proyector no profesional. Los proyectores no profesionales son aquellos diferentes de los descritos en la sección 540.2.

Proyector profesional. Tipo de proyector que utiliza película de 35 ó 70 mm, con un ancho mínimo de 35 mm (1 3/8 pulgada) y tiene en cada borde 212 perforaciones por metro (5.4 perforaciones por pulgada), o que utiliza como fuente de luz lámparas de arco de carbón, de xenón u otra fuente que pueda producir gases, polvos o radiaciones peligrosas.

II. Equipos y proyectores de tipo profesional

540.10 Sala de proyección exigida. Todos los proyectores de tipo profesional deben estar instalados dentro de una sala de proyección. Todas las salas de proyección deben ser de construcciones permanentes y aprobadas para el tipo de edificio en el que estén ubicadas. Todas las aberturas de proyección, las de reflectores, las de visión y otras aberturas similares deben estar provistas con vidrio u otro material aprobado que las cierre completamente. Estas salas no se deben considerar lugares (clasificados como) peligrosos, como los define el Artículo 500.

> **Nota**: Para mayor información sobre la protección de las aberturas en las salas de proyección donde se manipulan películas de nitrato de celulosa, véase la publicación NFPA 101-2006, Life Safety Code.

540.11 Ubicación del equipo eléctrico asociado.

(A) Grupos motogeneradores, transformadores, rectificadores, reóstatos y equipos similares. Los grupos motogeneradores, transformadores, rectificadores, reóstatos y equipos similares para la alimentación o control de la corriente del equipo de proyección o los reflectores, cuando se usa película de nitrato, deben estar ubicados en un cuarto separado. Cuando estén instalados en la sala de proyección, deben estar ubicados o protegidos de modo que los arcos o chispas no puedan entrar en contacto con la película y el extremo del conmutador o los extremos del grupo de motogeneradores deben cumplir una de las condiciones de las secciones 540.11 (A) (1) hasta (A) (6).

(1) Tipos. Deben ser del tipo completamente encerrado, del tipo encerrado con enfriamiento por

ventilador, o del tipo encerrado con ventilación por tubería.

(2) Cuartos o carcasas separadas. Deben estar encerrados en cuartos o carcasas separadas fabricadas en un material no combustible, construidos de manera que impidan la entrada de las pelusas o las partículas transportadas en el aire, y que estén ventilados apropiadamente desde una fuente de aire limpio.

(3) Cubiertas metálicas sólidas. Deben tener la escobilla o extremo del contacto deslizante del motogenerador, encerrados con cubiertas metálicas sólidas.

(4) Carcasas metálicas herméticas. Deben tener las escobillas o contactos deslizantes encerrados en carcasas metálicas herméticas y rígidas.

(5) Semienvolventes superiores e inferiores. Deben tener la mitad superior de la escobilla o extremo del contacto deslizante del motogenerador, encerrada en una malla de alambre o metal perforado, y la mitad inferior encerrada mediante cubiertas metálicas sólidas.

(6) Mallas de alambre o metal perforado. Deben tener mallas de alambre o metal perforado colocadas en el conmutador de los extremos de la escobilla. Ninguna dimensión de ninguna abertura en la malla de alambre o metal perforado debe exceder de 1.27 mm (0.05 pulgadas), independientemente de la forma de la abertura y del material usado.

(B) Interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente u otros equipos. En las salas de proyección no se deben instalar interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente ni otros equipos que no sean necesarios normalmente para el funcionamiento de los proyectores, equipos de reproducción de sonido, lámparas de alta intensidad u otros efectos especiales, ni otros equipos.

Excepción No.1: Se permitirá que en las salas de proyección aprobadas para usar únicamente película de acetato de celulosa (de seguridad), haya instalados equipos eléctricos auxiliares que se usen en relación con la operación del equipo de proyección y el control de luces, telones y equipos de audio, etc. En la parte exterior de todas las puertas de dichas salas y en lugar notablemente visible de su interior, debe haber una inscripción: "En esta sala sólo se permitirá usar películas de seguridad".

Excepción No. 2: Se permitirá que los interruptores de control remoto de las luces del auditorio o los interruptores para el control de los motores que operan el telón y enmascaran la pantalla de proyección, se instalen en las salas de proyección.

(C) Sistemas de emergencia. El control de los sistemas de emergencia debe cumplir lo establecido en el Artículo 700.

540.12 Espacio de trabajo. Cada proyector, luz de alta intensidad, reflector o equipo similar debe tener un espacio de trabajo no inferior a 750 mm (30 pulgadas) de ancho, a cada lado y por detrás de dichos equipos.

Excepción: Se permitirá un espacio igual entre piezas adyacentes de un equipo.

540.13 Calibre de los conductores. Los conductores que alimenten salidas para proyectores de

arco y de xenón de tipo profesional, no deben ser de calibre inferior al 8 AWG y deben tener una ampacidad no inferior a la corriente nominal del proyector. Los conductores para proyectores de tipo incandescente deben cumplir las normas de alambrado normal de la sección 210.24.

540.14 Conductores para lámparas y equipos que se calienten. En todas las lámparas u otros equipos en los que la temperatura ambiente de los conductores instalados exceda los 50° C (122° F), se deben utilizar conductores aislados con una temperatura nominal de funcionamiento no inferior a 200° C (392° F).

540.15 Cordones flexibles. Con los equipos portátiles se deben utilizar cordones aprobados para uso pesado, según se establece en la Tabla 400.4.

540.20 Requisitos de listado. Los proyectores y envolvente para lámparas de arco, de xenón o incandescentes, así como los rectificadores, transformadores, reóstatos y equipos similares, deben estar listados.

540.21 Marcado. Los proyectores y otros equipos deben estar marcados con el nombre del fabricante o su marca comercial y con la tensión y corriente para las que están diseñados, de acuerdo con la sección 110.21.

III. Proyectores no profesionales

540.31 Proyectores que no necesitan sala de proyección. Se permitirá operar proyectores de tipo no profesional o miniatura con películas de acetato de celulosa (de seguridad), fuera de las salas de proyección.

540.32 Requisitos de listado. Los equipos de proyección deben estar listados.

IV. Equipo para procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio.

540.50 Equipo para procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio. El equipo para procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio se debe instalar de acuerdo con lo establecido en el Artículo 640.

ARTÍCULO 545
Edificios prefabricados

545.1 Alcance. Este artículo trata de los requisitos para los edificios prefabricados y sus componentes, tal como se definen aquí mismo.

545.2 Definiciones.

Componente de un edificio. Cualquier subsistema, subensamble u otro sistema diseñado para uso en una estructura, integrado con ella o como parte de la misma, que puede incluir sistemas estructurales, eléctricos, mecánicos, de fontanería y de protección contra incendios y otros sistemas que afectan la salud y la seguridad.

Construcción cerrada. Cualquier edificio, componente de ella, ensamble o sistema prefabricado de manera que ninguna de las partes ocultas de los procesos de fabricación se puede inspeccionar antes de su instalación en el edificio sin desmontarla, estropearla o destruirla.

Edificio prefabricado. Cualquier edificio de construcción cerrado, hecho o ensamblado en una fábrica o en un lugar distinto a donde vaya a estar instalado, o para ensamble e instalación en el lugar del edificio, que no sean casas prefabricadas, casas móviles, remolques estacionados y vehículos recreativos.

Sistema de edificio. Planos, especificaciones y documentos de un sistema de edificios prefabricados o de un tipo o sistema de componentes de un edificio, que puede incluir sistemas estructurales, eléctricos, mecánicos, de fontanería, de protección contra incendios u otros sistemas que afecten a la salud y seguridad y que incluyan variaciones de los mismos permitidas específicamente por las reglamentaciones, cuando esas variaciones se presenten como parte del sistema de edificio o como modificaciones del mismo.

545.4 Métodos de alambrado.

(A) Métodos permitidos. Se permitirá utilizar todos los métodos de alambrado en cable y canalizaciones incluidos en este Código y cualquier otro sistema de alambrado específicamente destinado y listado para uso en edificios prefabricados, con accesorios listados y con accesorios listados e identificados para edificios prefabricados.

(B) Fijación de los cables. En una construcción cerrada, se permitirá que los cables estén asegurados sólo en los gabinetes, cajas o accesorios cuando se utilicen conductores de calibre 10 AWG o menores, y estén protegidos contra daños físicos.

545.5 Conductores de alimentación. Debe haber medios para llevar la alimentación de entrada de la acometida, acometida lateral, alimentador o circuito ramal hasta los conductores de la acometida o de los medios de desconexión del edificio.

545.6 Instalación de los conductores de entrada de la acometida. Los conductores de entrada de la acometida se deben instalar después de levantar el edificio en su sitio.

Excepción: Cuando se conozca el punto de fijación antes de la fabricación.

545.7 Equipos de acometida. Los equipos de acometida se deben instalar de acuerdo con la sección 230.70.

545.8 Protección de los conductores y equipos. Durante los procesos de fabricación, embalaje, transporte e instalación en sitio del edificio prefabricado, se deben proteger los conductores expuestos y los equipos.

545.9 Cajas.

(A) Otras dimensiones. Se permitirá instalar cajas de dimensiones distintas de las exigidas en la Tabla 314.16 (A) cuando estén probadas, identificadas y listadas según las normas aplicables.

(B) De no más de 1650 cm^3 (100 $pulgadas^3$). Cualquier caja de un volumen no superior a 1650 cm^3 (100 $pulgadas^3$), diseñada para el montaje en construcciones cerradas, debe estar sujeta con anclajes o abrazaderas de modo que brinde una instalación rígida y segura.

545.10 Receptáculos o interruptores con gabinete integral. Se permitirá instalar receptáculos o interruptores con gabinete y medios de montaje integrales cuando estén probados, identificados y listados según las normas aplicables.

545.11 Puesta a tierra y unión. Los paneles prealambrados y los componentes del edificio deben tener medios para la unión, o para la unión y puesta a tierra de todas las partes metálicas expuestas que se pudieran llegar a energizar, de acuerdo con el Artículo 250 Partes V, VI y VII.

545.12 Conductor del electrodo de puesta tierra. Se debe disponer el encaminamiento del conductor del electrodo de puesta a tierra desde la alimentación de la acometida, alimentador o circuito ramal hasta el punto de unión con el electrodo de puesta a tierra.

545.13 Interconexiones de los componentes. Para la interconexión en sitio de los módulos u otros componentes de un edificio, se permitirá el uso de accesorios y conectores que estén proyectados para quedar ocultos en el momento del montaje en sitio, cuando estén probados, identificados y listados según las normas aplicables. Tales accesorios y conectores deben ser iguales para el método de alambrado utilizado, en cuanto a aislamiento, aumento de temperatura y resistencia de corriente de falla y deben ser capaces de soportar las vibraciones y pequeños movimientos relativos que ocurren en los componentes del edificio prefabricado.

ARTÍCULO 547
Edificios agrícolas

547.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se deben aplicar a los siguientes edificios agrícolas o a partes de ellos, o a áreas adyacentes a los mismos, de naturaleza igual o similar a la indicada en las secciones 547.1 (A) y (B).

(A) Polvo excesivo y polvo con agua. Los edificios agrícolas en donde se pueda acumular polvo excesivo o polvo con agua, incluidas todas las áreas de las granjas de pollos, establos y sistemas de cría de peces, en donde se pueden acumular polvo de basura, o polvo de alimentos, incluidas partículas de alimentos minerales.

(B) Atmósfera corrosiva. Los edificios agrícolas en los que exista una atmósfera corrosiva. Estos edificios incluyen áreas en las que:

(1) Los excrementos de aves de corral y animales pueden causar vapores corrosivos.

(2) Las partículas corrosivas se pueden combinar con el agua.

(3) El área sea húmeda y mojada debido a que se lava periódicamente para su limpieza y saneamiento con agua y agentes limpiadores.

(4) Existen condiciones similares.

547.2 Definiciones.

Dispositivo de seccionamiento de un lugar. Medio de seccionamiento instalado en el punto de distribución con fines de seccionamiento, mantenimiento del sistema, desconexión de emergencia o conexión opcional de sistemas de reserva.

Plano equipotencial. Área donde una malla metálica u otros elementos conductores están empotrados o colocados bajo concreto, unidos a todas las estructuras metálicas y equipos no eléctricos fijos que se pueden energizar, y están conectados al sistema de puesta a tierra eléctrico, para prevenir que dentro de este plano se desarrolle una diferencia de tensión.

Punto de distribución. Punto de alimentación eléctrica desde el cual se alimentan acometidas aéreas, conductores de la acometida, alimentadores o circuitos ramales que van a los edificios o estructuras utilizadas bajo una sola administración.

> **NOTA** No. 1: Los puntos de distribución también se conocen como poste del patio central, poste del medidor o punto de distribución común.
>
> **NOTA** No. 2: El punto de acometida, como se define en el Artículo 100 es, por lo general, el punto de distribución.

547.3 Otros Artículos. En los edificios y estructuras cuyas condiciones no sean las especificadas en la sección 547.1, las instalaciones eléctricas se deben hacer de acuerdo con los artículos aplicables de este Código.

547.4 Temperaturas superficiales. Los equipos o dispositivos eléctricos, instalados de acuerdo con las disposiciones de este Artículo, se deben instalar de modo que funcionen a pleno valor nominal sin desarrollar temperaturas superficiales superiores al intervalo de operación normal seguro especificado del equipo o el dispositivo.

547.5 Métodos de alambrado.

(A) Sistemas de alambrado. Los métodos de alambrado empleados deben ser cables de los tipos UF, NMC, SE de cobre, cable tipo MC con chaqueta, conduit no metálico rígido, conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, u otros cables o canalizaciones adecuados para el lugar, con accesorios de terminación aprobados. Se permitirá utilizar los métodos de alambrado del Artículo 502, Parte II para las áreas descritas en la sección 547.1 (A).

> **NOTA**: Con respecto a la instalación de sistemas de canalizaciones expuestas a grandes variaciones de temperatura, véanse las secciones 300.7, 352.44 y 355.44.

(B) Montaje. Todos los cables se deben asegurar a una distancia no mayor de 200 mm (8 pulgadas) de cada gabinete, caja o accesorio. Se permitirá que las cajas no metálicas, accesorios, conduits y cables se monten directamente en cualquier superficie del edificio tratada en este artículo sin conservar el espacio de aire de 6 mm (¼ de pulgada), de acuerdo con la sección 300.6 (D).

(C) Gabinetes de equipos, cajas, cuerpos de conduit y accesorios.

(1) Polvo excesivo. Los gabinetes de equipos, cajas, cuerpos de conduit y accesorios instalados en áreas de los edificios donde pueda existir polvo excesivo deben estar diseñados para reducir al mínimo la entrada de polvo y no deben tener aberturas (tales como los huecos para la fijación de tornillos) a través de los cuales el polvo pudiera entrar al gabinete.

(2) Lugares húmedos o mojados. En lugares húmedos o mojados, los envolventes *(enclosures)* de los equipos, cajas, cuerpos de conduit y accesorios se deben ubicar o equipar de manera que se evite la entrada o acumulación de humedad dentro del gabinete, caja, cuerpos de conduit o accesorio. En lugares mojados, incluso los lugares normalmente secos o húmedos en donde las superficies se lavan o rocían periódicamente con agua, las cajas, cuerpos de conduit y accesorios deben estar listados para uso en lugares mojados y los envolventes *(enclosures)* de equipos deben ser a prueba de intemperie.

(3) Atmósfera corrosiva. Cuando puedan estar presentes polvo húmedo, humedad excesiva, gases o vapores corrosivos u otras condiciones corrosivas, los envolventes *(enclosures)* de los equipos, cajas, cuerpos de conduit y accesorios deben tener propiedades de resistencia a la corrosión adecuadas para esas condiciones.

> **NOTA** No. 1: Véase la Tabla 110.20 con respecto a las designaciones adecuadas del tipo de gabinete.
>
> **NOTA** No. 2: Los materiales de aluminio y ferrosos magnéticos pueden corroerse en ambientes agrícolas.

(D) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, se deben utilizar conectores flexibles, conectores flexibles herméticos al polvo, conduit metálico flexible hermético a los

líquidos, conduit no metálico flexible hermético a los líquidos o cordón flexible listado e identificado para uso pesado. Todos los conectores y accesorios usados deben estar listados e identificados para este propósito.

(E) Protección física. Todo el alambrado y equipo eléctrico sujeto a daños físicos se debe proteger.

(F) Conductor separado de puesta a tierra de equipo. Cuando se instala un conductor de puesta a tierra de equipos dentro de un lugar que esté dentro del alcance del Artículo 547, éste debe ser un conductor de cobre. Cuando el conductor de puesta a tierra de equipos se instala subterráneo, debe ser aislado o recubierto con cobre.

(G) Receptáculos. Todos los receptáculos de 125 voltios monofásicos, de 15 y 20 amperios para propósito general, instalados en los lugares enumerados de (1) hasta (4) deben tener protección con interruptor de circuito contra fallas a tierra:

(1) Áreas que tienen un plano equipotencial

(2) Exteriores

(3) Lugares húmedos o mojados

(4) Áreas de confinamiento de suciedad del ganado

No se exigirá protección con GFCI para un receptáculo accesible que alimente una carga dedicada cuando el receptáculo con GFCI se ubica máximo a 900 mm (3 pies) del receptáculo sin protección GFCI.

547.6 Interruptores, receptáculos, interruptores automáticos, controladores y fusibles. Los interruptores, incluyendo las estaciones de botones, relés y dispositivos similares, receptáculos, interruptores automáticos, controladores y fusibles, deben estar provistos de envolventes *(enclosures)* como se especifica en la sección 547.5 (C).

547.7 Motores. Los motores y otra maquinaria eléctrica rotativa deben estar totalmente encerrados o diseñados de modo que se evite al máximo la entrada de polvo, humedad o partículas corrosivas.

547.8 Luminarias. Las luminarias deben cumplir con las secciones 547.8 (A) hasta (C).

(A) Reducción al mínimo de la entrada de polvo. Las luminarias se deben instalar de modo que se reduzca al mínimo la entrada de polvo, materias extrañas, humedad y material corrosivo.

(B) Expuestas a daños físicos. Las luminarias que puedan estar expuestas a daños físicos, deben estar protegidas por una guarda adecuada.

(C) Expuestas al agua. Las luminarias que puedan estar expuestas al agua por condensación, a la utilizada en la limpieza del edificio o en solución, deben ser herméticas al agua.

547.9 Alimentación eléctrica a edificio(s) o estructura(s) desde el punto de distribución. Se permitirá que un punto de distribución alimente a cualquier edificio o estructura ubicado en el mismo

inmueble. La alimentación eléctrica aérea debe cumplir con las secciones 547.9 (A) y (B), o con 547.9 (C). La alimentación eléctrica subterránea debe cumplir con las secciones 547.9 (C) y (D).

(A) Dispositivo de seccionamiento de un lugar. Este tipo de dispositivos deben cumplir con las secciones 547.9 (A) (1) hasta (A) (10).

(1) Cuando se exija. Se debe instalar un dispositivo de seccionamiento de un lugar en el punto de distribución cuando dos o más edificios o estructuras agrícolas se alimenten del punto de distribución.

(2) Ubicación. El dispositivo de seccionamiento de un lugar debe ser de montaje en poste y debe cumplir los requisitos de distancia de la sección 230.24.

(3) Operación. El dispositivo de seccionamiento de un lugar debe desconectar simultáneamente todos los conductores de la acometida no puestos a tierra del alambrado del inmueble.

(4) Disposiciones de unión. El gabinete del dispositivo de seccionamiento de un lugar se debe conectar al conductor del circuito puesto a tierra y al sistema del electrodo de puesta a tierra.

(5) Puesta a tierra. En el dispositivo de seccionamiento de un lugar, el conductor puesto a tierra del sistema se debe conectar a un sistema de electrodo de puesta a tierra a través de un conductor del electrodo de puesta a tierra.

(6) Valor nominal. El dispositivo de seccionamiento de un lugar debe tener valor nominal para la carga calculada, como se determina en la Parte V del Artículo 220.

(7) Protección contra sobrecorriente. No se exigirá que el dispositivo de seccionamiento de un lugar proporcione la protección contra sobrecorriente.

(8) Accesibilidad. Cuando el dispositivo de seccionamiento de un lugar no es fácilmente accesible, debe ser capaz de ser operado remotamente mediante una manija de operación instalada en un lugar fácilmente accesible. Cuando la manija de operación del dispositivo de seccionamiento de un lugar esté en su posición más alta, no debe estar a más de 2.0 m (6 pies 7 pulgadas) sobre el suelo o la plataforma de trabajo.

(9) Dispositivos en serie. No se exigirá un dispositivo de seccionamiento de un lugar adicional para el sistema de alambrado del inmueble cuando un dispositivo de seccionamiento de un lugar que cumpla todos los requisitos aplicables de esta sección es suministrado por la empresa de servicios públicos como parte de sus requisitos de servicio.

(10) Marcado. El dispositivo de seccionamiento de un lugar debe tener una marca permanente que lo identifique como un dispositivo de seccionamiento de un lugar. Esta marca se debe ubicar en la manija de operación o inmediatamente adyacente a ella.

(B) Medio de desconexión y protección contra sobrecorriente en el(los) edificio(s) o la(s) estructura(s). Cuando el medio de desconexión y la protección contra sobrecorriente están localizados en el(los) edificio(s) o la(s) estructura(s), se deben aplicar los requisitos de las secciones 547.9 (B) (1) hasta (B) (3).

(1) Dimensionamiento del conductor. Los conductores de alimentación se deben dimensionar de acuerdo con la Parte V del Artículo 220.

(2) Instalación del conductor. Los conductores de alimentación se deben instalar de acuerdo con los requisitos de la Parte II del Artículo 225.

(3) Puesta a tierra y unión. Para cada edificio o estructura, la puesta a tierra y la unión de los conductores de alimentación deben cumplir con los requisitos de la sección 250.32, y se deben cumplir las siguientes condiciones:

> (1) El conductor de puesta a tierra de equipos es del mismo calibre del conductor más grande de alimentación, si es del mismo material, o se ajusta su calibre de acuerdo con el calibre equivalente de las columnas de la Tabla 250.122, si es de material diferente.
>
> (2) El conductor de puesta a tierra de equipos está conectado al conductor del circuito puesto a tierra y al dispositivo de seccionamiento de un lugar en el punto de distribución.

(C) Medio de desconexión de la acometida y protección contra sobrecorriente en el punto de distribución. Cuando los medios de desconexión y la protección contra sobrecorriente para cada juego de conductores del alimentador estén ubicados en el punto de distribución, los alimentadores para el(los) edificio(s) o estructura(s) deben cumplir los requisitos de la sección 250.32 y del Artículo 225, Partes I y II.

> **NOTA**: Los métodos para reducir las tensiones entre el neutro y la tierra en instalaciones para ganado incluyen el alimentar los edificios o estructuras con acometidas monofásicas tetrafilares, dimensionar las acometidas monofásica trifilares y los conductores del alimentador para limitar la caída de tensión a un 2 por ciento, y conectando las cargas de línea a línea.

(D) Conductores de puesta a tierra de equipos enterrados directamente. Cuando se alberga ganado, toda porción de un conductor de puesta a tierra de equipos enterrado directamente y tendido hasta el edificio o estructura debe ser aislada o recubierta con cobre.

(E) Identificación. Cuando un sitio está alimentado por más de una acometida, con cualquier par de acometidas ubicadas con una separación entre ellas de 150 m (500 pies) o menos, medida en línea recta, se debe instalar una placa o directorio en cada uno de estos puntos de distribución indicando la ubicación de cada uno de los otros puntos de distribución y los edificios o estructuras que cada uno de ellos alimenta.

547.10 Planos equipotenciales y unión de los planos equipotenciales. La instalación y unión de los planos equipotenciales deben cumplir con las secciones 547.10 (A) y (B). Para los propósitos de esta sección, el término ganado no debe incluir las aves de corral.

(A) Donde se exija. Los planos equipotenciales se deben instalar donde así lo exijan las secciones (A) (1) y (A) (2).

(1) En interiores. Los planos equipotenciales se deben instalar en áreas de confinamiento con pisos de concreto donde se ubica equipo metálico que se pueda energizar y es accesible al ganado.

(2) En exteriores. Los planos equipotenciales se deben instalar en baldosas de concreto donde se ubica equipo metálico que se pueda energizar y es accesible al ganado. El plano equipotencial debe abarcar el área donde permanece el ganado mientras tiene acceso al equipo metálico que se puede energizar.

(B) Unión. Los planos equipotenciales deben estar conectados al sistema eléctrico de puesta a tierra. El conductor de unión debe ser de cobre, aislado, recubierto o desnudo, y de un calibre no inferior al 8 AWG. La unión a la malla de alambre o a los elementos conductores se debe hacer mediante conectores de presión o abrazaderas de bronce, cobre, aleación de cobre o un medio aprobado igualmente fuerte. No se exigirá que los pisos de tabletas que están sostenidos por estructuras que forman parte de un plano equipotencial estén unidos.

NOTA No. 1: Los métodos para establecer los planos equipotenciales se describen en American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE) EP473.2-2001, Equipotential Planes in Animal Containment Areas.

NOTA No. 2: Los métodos para la instalación segura de los abrevaderos para ganado se describen en American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE) EP342.2-1995, Safety for Electrically Heated Livestock Waterers.

NOTA No. 3: Las bajas resistencias del sistema de electrodo de puesta a tierra pueden reducir las diferencias de potencial en las instalaciones para ganado.

ARTÍCULO 550
Casas móviles, casas prefabricadas y estacionamientos de casas móviles

I. Generalidades

550.1 Alcance. Las disposiciones de este Artículo se refieren a los conductores y equipos eléctricos instalados dentro de las casas móviles y prefabricadas o sobre ellas, a los conductores que conectan las casas móviles y prefabricadas con una fuente de electricidad y a la instalación de alambrado, luminarias, equipos y accesorios eléctricos relacionados con las instalaciones eléctricas dentro de estacionamientos de casas móviles hasta los conductores de entrada de la acometida de la casa móvil o, si no los hay, hasta el equipo de acometida de la casa móvil.

> **NOTA**: Para información adicional sobre casas prefabricadas, véanse las publicaciones NFPA 501-2005, Standard on Manufactured Housing, y la Parte 3280, Manufactured Home Construction and Safety Standards del Federal Department of Housing and Urban Development.

550.2 Definiciones.

Área de lavandería. Área que contiene o está diseñada para contener una bandeja de lavado, una lavadora o una secadora para ropas.

Casa móvil. Estructura(s) ensamblada(s) en fábrica, transportable(s) en una o más secciones, que está(n) construida(s) sobre un chasis permanente y diseñada(s) para ser usada como una vivienda sin cimientos permanentes cuando está unida a los servicios públicos necesarios, y que incluye sistemas de fontanería, calefacción, aire acondicionado y eléctricos.

Para el propósito de este Código, y a menos que se indique algo diferente, el término casa móvil incluye las casas prefabricadas.

Casa prefabricada. Estructura, transportable en una o más secciones que, en el modo de desplazamiento tiene un ancho de 2.4 m (8 cuerpo-pie) o más de ancho, o 12.2 m (40 cuerpo-pie) o más de longitud o, cuando está montada en su lugar, tiene 29.7 m^2 (320 $pies^2$) o más y está construida sobre un chasis permanente y diseñada para ser usada como una vivienda, con o sin cimientos permanentes cuando está unida a estos. El término casa prefabricada incluye toda estructura que cumpla todas las disposiciones de este párrafo, excepto los requisitos de dimensiones y con respecto a la cual el fabricante, voluntariamente, llena una certificación exigida por la agencia de regulación, y excepto que ese término no incluye ningún vehículo recreativo autopropulsado. Los cálculos usados para determinar la cantidad de metros cuadrados (pies cuadrados) de una estructura, se basan en las dimensiones exteriores de la estructura, medidas en las proyecciones horizontales más grandes cuando está montada en el sitio. Estas dimensiones incluyen todos los espacios expansibles, gabinetes y otras prolongaciones que tienen espacio interior, pero no incluyen ventanas salientes.

Para los propósitos de este Código y a menos que se indique algo diferente, el término casa móvil incluye las casas prefabricadas.

> **NOTA** No. 1: Véase el código de construcción aplicable para la definición de la expresión cimiento permanente.

> **NOTA** No. 2: Para información adicional sobre la definición, véase la parte 3280, Manufactured Home Construction and Safety Standards, del Federal Department of Housing and Urban Development.

Edificio o estructura auxiliar para casas móviles. Cualquier toldo, cabaña, cobertizo, gabinete de almacenamiento, cobertizo para automóviles, valla, cortavientos o porche establecidos para el uso de los ocupantes de la casa móvil ubicada en un lote para casas móviles.

Electrodoméstico estacionario. Electrodoméstico que no se puede mover fácilmente de un sitio a otro en su uso normal.

Electrodoméstico fijo. Electrodoméstico que está anclado o asegurado de otra manera en un lugar específico.

Electrodoméstico portátil. Electrodoméstico que es realmente movido o que se puede mover fácilmente de un lugar a otro en su uso normal.

> **NOTA**: Para el propósito de este artículo, se consideran portátiles los siguientes electrodomésticos, si no están empotrados y están conectados con un cordón: refrigeradores, estufas, lavadoras de ropa, lavavajillas sin calentadores de refuerzo y otros electrodomésticos similares.

Ensamble alimentador. Los conductores del alimentador, aéreos o bajo el chasis, incluido el conductor de puesta a tierra, junto con los accesorios y equipos necesarios o el cordón de una fuente de alimentación listado para su uso en casas móviles, diseñado para el propósito de transportar energía desde la fuente de alimentación hasta el panel de distribución dentro de la casa móvil.

Equipo de acometida de una casa móvil. Equipo que contiene el medio de desconexión, los dispositivos de protección contra sobrecorriente y los receptáculos u otros medios para conectar un ensamble alimentador de una casa móvil.

Estacionamiento para casas móviles. Parcela de tierra contigua que se usa para acomodar las casas móviles ocupadas.

Lote para casas móviles. Porción designada de un estacionamiento de casas móviles diseñado para acomodar una casa móvil y sus edificios o estructuras auxiliares para el uso exclusivo de sus ocupantes.

Panel de distribución. Ver la definición en el Artículo 100.

Sistemas de alambrado eléctrico del estacionamiento. Todo el alambrado, equipos, luminarias y accesorios eléctricos relacionados con las instalaciones eléctricas dentro de un estacionamiento de casas móviles, incluyendo el equipo de acometida de las casas móviles.

550.4 Requisitos generales.

(A) Casa móvil no proyectada como una unidad de vivienda. Una casa móvil no proyectada como una unidad de vivienda, por ejemplo, las equipadas para uso sólo como dormitorio, las oficinas en sitio de los contratistas, los dormitorios en obras de construcción, los camerinos de estudios móviles,

bancos, clínicas o almacenes móviles o las diseñadas para la exposición o demostración de productos o de maquinaria, no se exigirá que cumplan las disposiciones de este artículo relativas al número o capacidad de los circuitos exigidos. No obstante, deben cumplir todos los demás requisitos aplicables de este artículo, si tienen una instalación eléctrica proyectada para conectarse a un sistema de alimentación de c.a. a 120 voltios o 120/240 voltios. Cuando se requiera una tensión distinta, bien sea por diseño o por el sistema de alimentación disponible, se deben hacer los ajustes de acuerdo con otros artículos y secciones para la tensión usada.

(B) Instaladas en sitios diferentes de estacionamientos para casas móviles. Las casas móviles instaladas en sitios diferentes de los estacionamientos para casas móviles deben cumplir las disposiciones de este artículo.

(C) Conexión al sistema de alambrado. Las disposiciones de este artículo se aplican a las casas móviles proyectadas para su conexión a un sistema de alambrado a 120/240 voltios nominales, c.a, trifilar, con un conductor de neutro puesto a tierra.

(D) Listados o etiquetados. Todos los materiales, dispositivos, electrodomésticos, accesorios y demás equipos eléctricos deben estar listados o etiquetados por un organismo de prueba calificado y, cuando se instalen, se deben conectar de manera aprobada.

II. Casas móviles y prefabricadas

550.10 Fuente de alimentación.

(A) Alimentador. La fuente de alimentación para una casa móvil debe ser un ensamble alimentador que conste de máximo un cordón de alimentación para casas móviles, de 50 amperios, listado y con clavija de conexión moldeada integralmente o fija firmemente, o un alimentador instalado en forma permanente.

> *Excepción No. 1: Se permitirá que una casa móvil equipada en fábrica, con equipo de calefacción central y electrodomésticos de cocina a gas o petróleo tenga un cordón de alimentación listado para casas móviles, de 40 amperios nominales.*
>
> *Excepción No.2: No se exigirá un ensamble alimentador para casas prefabricadas construidas de acuerdo con la sección 550.32 (B).*

(B) Cordón de alimentación. Si la casa móvil tiene un cordón de alimentación, debe estar conectado permanentemente al panel de distribución o a una caja de empalme conectada permanentemente al panel de distribución, con su extremo libre terminado en la clavija de conexión.

Los cordones con adaptadores y extremos flexibles en espiral, los cordones de extensiones y los elementos similares no se deben conectar a las casas móviles, ni equiparlas con ellos. En el disco removible del panel de distribución debe haber una abrazadera adecuada o equivalente para aliviar la tensión mecánica en el cordón e impedir que sea transmitida a los terminales cuando el cordón de alimentación es manipulado del modo previsto.

El cordón debe ser de tipo listado con cuatro conductores, uno de los cuales debe estar identificado mediante un color verde continuo o color verde continuo con una o más franjas amarillas, para utilizarlo como conductor de puesta a tierra.

(C) Clavija de conexión. La clavija de conexión debe ser de tres polos, tetrafilar, del tipo con polo a tierra,

de 50 amperios nominales y 125/250 voltios, con una configuración como la indicada en la Figura 550.10 (C) y debe estar prevista para su uso con la configuración del receptáculo de 50 amperios y 125/250 voltios que se indica en la Figura 550.10 (C). Además, debe estar listada en sí misma o como parte de un ensamble de cordón de alimentación para ese uso, y debe ser moldeada o estar instalada en el cordón flexible, de modo que esté perfectamente sujeta al cordón en el punto donde éste entra en la clavija de conexión. Si se utiliza una clavija en ángulo recto, la configuración debe estar orientada de modo que el elemento de puesta a tierra sea el más alejado del cordón.

NOTA: Para los detalles completos sobre la configuración de receptáculos y clavijas de 50 amperios, véase la publicación ANSI/NEMA WD6-1989, Figura 14-50 de la National Electrical Manufacturers Association, Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacles.

Figura 550.10 (C). Configuraciones del receptáculo y de la clavija de conexión de 125/250 voltios, 50 amperios, tres polos, tetrafilar, con polo a tierra, para uso con cordones de alimentación de casas móviles y los estacionamientos para casas móviles.

(D) Longitud total del cordón de alimentación. La longitud total del cordón de alimentación, medida desde uno de sus extremos, incluidos puntas desnudos, hasta la cara de la clavija de conexión, no debe ser inferior a 6.4 m (21 pies) ni exceder los 11 m (36 ½ pies). La longitud del cordón desde la cara de la clavija de conexión hasta el punto en donde el cordón entra en la casa móvil, no debe ser inferior a 6.0 m (20 pies).

(E) Marcado. El cordón de alimentación debe llevar la siguiente inscripción:

"PARA USO CON CASAS MÓVILES, 40 amperios",
o,
"PARA USO CON CASAS MÓVILES, 50 amperios"

(F) Punto de entrada. El punto de entrada del ensamble alimentador a la casa móvil debe ser la parte exterior de la pared, del piso o del techo.

(G) Protección. Cuando el cordón de alimentación atraviese paredes o pisos, se debe proteger por medio de conduits y adaptadors o equivalentes. Se permitirá instalar el cordón dentro de las paredes de la casa móvil, siempre que desde el panel de distribución del circuito ramal hasta la cara inferior del piso de la casa móvil se instale una canalización continua con un tamaño máximo de 32 mm (1 ¼ de pulgada).

(H) Protección contra la corrosión y los daños mecánicos. Deben tomarse medidas permanentes para la protección contra la corrosión y los daños mecánicos de la clavija de conexión del cordón de alimentación y cualquier ensamble conector o receptáculo, si dichos dispositivos están ubicados en el exterior mientras la casa móvil está en tránsito.

(I) Mástil con mufa para intemperie o canalización. Cuando la carga calculada exceda los 50 amperios o se use un alimentador permanente, la alimentación se debe hacer por alguno de los siguientes medios:

(1) La instalación de un mástil con mufa para intemperie, instalada de acuerdo con el Artículo 230, que contenga cuatro conductores continuos del alimentador, aislados y con código de color, uno de los cuales debe ser el conductor de puesta a tierra de equipos.

(2) Una canalización metálica o conduit no metálico rígido, desde el medio de desconexión de la casa móvil hasta la parte inferior de la misma, con medios para la fijación a una caja de empalme o accesorio adecuados a la canalización en la parte inferior de la casa móvil [con o sin conductores, como indica la sección 550.10 (I) (1)]. El fabricante debe proporcionar instrucciones escritas para la instalación, indicando los calibres adecuados de los conductores del alimentador para la canalización y el tamaño de la caja de empalme que se debe usar.

550.11 Medios de desconexión y equipo protector del circuito ramal. Se permitirá que el equipo del circuito ramal esté combinado con el medio de desconexión como un sólo ensamble. Se permitirá que dicha combinación se designe como un panel de distribución. Si se usa un panel de distribución con fusibles, el tamaño máximo del fusible para la red principal debe aparecer marcado claramente con letras de 6 mm (¼ de pulgada) de altura mínima, que sea visible al cambiar los fusibles.
Cuando se utilicen fusibles y portafusibles de tapón, deben ser de tipo S, resistentes a la manipulación y estar encerrados en un panel de distribución de frente muerto con fusibles. También deben ser de frente muerto los paneles de distribución que contengan interruptores automáticos.

NOTA: Véase la sección 110.22, con respecto a la identificación de cada medio de desconexión y de cada acometida, alimentador o circuito ramal en el punto en donde se origina y el tipo de marcado necesario.

(A) Medios de desconexión. Cada casa móvil debe tener un solo medio de desconexión, consistente en un interruptor automático o en un interruptor y fusibles y sus accesorios, instalados en un lugar fácilmente accesible cerca del punto de entrada a la casa móvil del cordón o de los conductores de alimentación. Los interruptores automáticos o fusibles principales deben estar marcados en forma evidente con "Principal". Este equipo debe tener un conector de puesta a tierra del tipo sin soldadura o una barra para propósitos de puesta a tierra, con terminales suficientes para todos los conductores de puesta a tierra. Las terminaciones de los conductores del circuito puesto a tierra deben estar aisladas de acuerdo con la sección 550.16(A). El equipo de desconexión debe tener un valor nominal no inferior a la carga calculada. El equipo de distribución, ya sea con interruptor automático o con fusible, se debe instalar dejando una distancia mínima de 600 mm (24 pulgadas) desde la parte inferior de dicho equipo hasta el nivel del piso de la casa móvil.

NOTA: Véase la sección 550.20(B) para información sobre los medios de desconexión para los circuitos ramales diseñados para energizar equipos de calefacción, aire acondicionado o ambos, ubicados fuera de las casas móviles, diferentes de los acondicionadores de aire para habitaciones.

Un panel de distribución debe tener valor nominal no menor de 50 amperios y emplear un

interruptor automático bipolar de 40 amperios nominales para un cordón de alimentación de 40 amperios, o de 50 amperios nominales, para un cordón de alimentación de 50 amperios. Un panel de distribución con un interruptor de desconexión y fusibles debe tener un valor nominal de 60 amperios y debe emplear un solo portafusibles bipolar de 60 amperios con fusibles principales de 40 ó 50 amperios para los cordones de alimentación de 40 ó 50 amperios respectivamente. En la parte exterior del panel de distribución debe estar marcado el tamaño de los fusibles.

El panel de distribución debe estar ubicado en un lugar accesible, pero nunca en un cuarto de baño ni en un armario para ropas. Se debe dejar un espacio libre de trabajo de al menos 750 mm (30 pulgadas) de ancho y 750 mm (30 pulgadas) de frente del panel de distribución. Este espacio debe ir desde el piso hasta la parte superior del panel de distribución.

(B) Equipo protector del circuito ramal. El equipo de distribución del circuito ramal se debe instalar en cada casa móvil y debe incluir la protección contra sobrecorriente para cada circuito ramal, usando interruptores automáticos o fusibles.

La corriente nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos ramales debe ser:

(1) No superior a la de los conductores del circuito y

(2) No superior al 150% del valor nominal de un solo electrodoméstico de 13.3 amperios o más alimentado por un circuito ramal individual, pero

(3) No superior a la del dispositivo de protección contra sobrecorriente y del tipo marcado en el acondicionador de aire u otro electrodoméstico operado a motor.

(C) Interruptores automáticos bipolares. Cuando para la protección del circuito ramal se instalen interruptores automáticos, los circuitos de 240 voltios deben estar protegidos por interruptores automáticos bipolares de disparo común o simultáneo, o por interruptores automáticos con dos palancas unidas por un enlace identificado.

(D) Placa de características eléctricas. Al lado de la entrada del ensamble alimentador y en la parte exterior debe haber una placa metálica de características que indique:

"ESTA CONEXIÓN ES PARA
ALIMENTACIÓN TRIPOLAR,
TETRAFILAR, 120/240 VOLTIOS, 60 HERTZ
_____AMPERIOS"

En el espacio en blanco se debe marcar el valor nominal correcto del circuito, en amperios.

Excepción: Para casas prefabricadas, el fabricante debe suministrar en sus instrucciones de instalación escritas o en la placa de datos el valor nominal mínimo en amperios del ensamble del alimentador o, cuando se suministra, los conductores de entrada de acometida proyectados para la conexión a la casa prefabricada. El valor nominal proporcionado no debe ser inferior a la carga mínima calculada según la sección 550.18.

550.12 Circuitos ramales. El número de circuitos ramales exigidos se debe determinar de acuerdo

con las secciones 550.12 (A) hasta (E).

(A) Alumbrado. Para determinar el número de circuitos de 15 ó 20 amperios en el área de alumbrado, se multiplica 33 volt-amperios/m^2 (3 VA/pie^2) por las dimensiones externas de la casa móvil (sin incluir el acoplador), y se divide por 120 voltios, por ejemplo:

$$\frac{3(*) \text{ x longitud x ancho}}{120 \text{ x } 15 \text{ (o } 20)}$$

= No. de circuitos de 15 - (o 20 -) amperios

(*) 3 para pie X pie 33 para m X m

(B) Electrodomésticos pequeños. En cocinas, despensas, desayunadores y comedores, debe haber dos o más circuitos de 20 amperios para electrodomésticos pequeños además de la cantidad de circuitos exigida en otras partes de esta sección, para todas las salidas de receptáculos exigidas en la sección 550.13 (D) en estos cuartos. Estos circuitos no deben tener otras salidas.

> *Excepción No. 1: Se permitirán salidas de receptáculos instalados únicamente para alimentación eléctrica y soporte de un reloj eléctrico en cualquiera de los cuartos especificados en la sección 550.12 (B).*
>
> *Excepción No. 2: Se permitirán salidas de receptáculos instalados para alimentar equipos complementarios y alumbrados en estufas a gas, hornos o unidades de cocción montadas en mesón.*
>
> *Excepción No. 3: Se permitirá que un solo receptáculo para equipo de refrigeración sea alimentado por un circuito ramal individual con valor nominal de 15 amperios o más.*

Las salidas de los receptáculos de mesón instaladas en la cocina deben estar alimentados mediante no menos de dos circuitos ramales para electrodomésticos pequeños y se permitirá que ambos o cualquiera de ellos alimenten a las salidas de los receptáculos de la cocina y de otros lugares especificados en la sección 550.12 (B).

(C) Área de lavandería. Cuando exista área de lavandería, se deberá suministrar un circuito ramal de 20 amperios para alimentar la(s) salida(s) de receptáculo para lavandería. Este circuito no debe tener otras salidas.

(D) Electrodomésticos para uso general. (Incluidos hornos, calentadores de agua, estufas y aire acondicionado central o de habitaciones, etc.). Debe haber uno o más circuitos de valor nominal adecuado, de acuerdo con lo siguiente.

NOTA: Para el aire acondicionado central, véase el Artículo 440.

(1) El valor nominal en amperios de los electrodomésticos fijos no debe ser superior al 50 por ciento del valor nominal del circuito, si las salidas para alumbrado (se consideran como salidas para alumbrado los receptáculos distintos de los de la cocina, área del comedor y la lavandería) están en el mismo circuito.
(2) Para electrodomésticos fijos conectados a un circuito sin salidas de alumbrado, la suma de las corrientes nominales no debe exceder el valor nominal del circuito ramal. Las cargas de motores u otras cargas permanentes no deben exceder el 80 por ciento del valor nominal del circuito ramal.

(3) El valor nominal de un solo electrodoméstico conectado con cordón y clavija a un circuito sin otras salidas, no debe exceder el 80 por ciento del valor nominal del circuito.

(4) El valor nominal de un circuito ramal para estufa se debe basar en la demanda de la estufa, como se especifica en estufas la sección 550.18 (B) (5).

(E) Cuarto de baño. Las salidas de receptáculos para el cuarto de baño deben estar alimentadas por lo menos con un circuito ramal de 20 amperios. Estos circuitos no deben tener salidas diferentes a las indicadas en la sección 550.13 (E) (2).

550.13 Salidas para receptáculos.

(A) Salidas para receptáculos del tipo de puesta a tierra. Todas las salidas para receptáculos deben cumplir lo siguiente:

(1) Ser del tipo de puesta a tierra.

(2) Estar instalados de acuerdo con lo establecido en la sección 406.3.

(3) Deben ser sencillas o múltiples, de 125 voltios y de 15 ó 20 amperios y aceptar clavijas con contactos planos paralelos, excepto si son para alimentación de electrodomésticos específicos.

(B) Interruptores de circuito contra fallas a tierra (GFCI). Todas las salidas de receptáculos monofásicas de 125 voltios y 15 ó 20 amperios instalados en el exterior, en compartimientos accesibles desde el exterior, o en los cuartos de baño, incluidos los receptáculos que haya en las luminarias, deben tener protección por medio de un interruptor de circuito por contra fallas a tierra. La protección con GFCI se debe suministrar para todos los receptáculos que sirven a los mesones en las cocinas y las salidas de receptáculos ubicadas a una distancia no mayor de 1.8 m (6 pies) de fregadero en barra mojada o sanitario.

Excepción: Los receptáculos instalados para electrodomésticos en espacios dedicados, tales como máquinas lavaplatos, trituradores, refrigeradores, congeladores, y equipo de lavandería.

Se permitirá que los alimentadores de circuitos ramales estén protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra, en lugar de tales interruptores anteriormente descritos.

(C) Electrodomésticos fijos conectados con cordón. Para cada electrodoméstico fijo conectado con cordón se debe instalar una salida de receptáculo tipo de puesta a tierra.

(D) Salidas de receptáculos exigidas. Deben instalarse salidas de receptáculos en todas las habitaciones diferentes del cuarto de baño, armario y áreas de corredores y deben estar instaladas en espacios de pared con un ancho de 600 mm (2 pies) o más, de modo que ningún punto a lo largo de la línea del piso esté a más de 1.8 m (6 pies) medidos horizontalmente desde una salida en ese espacio. Además, las salidas de receptáculos se deben instalar en los siguientes lugares:

(1) Sobre o adyacentes a los mesones en la cocina [por lo menos uno a cada lado del fregadero, si hay mesones a cada lado y tienen 300 mm (12 pulgadas) de

ancho o más].

(2) Adyacente al refrigerador y el espacio de la estufa autosoportada a gas. Se permitirá un receptáculo de tipo múltiple para servir como salida para un mesón y un refrigerador.

(3) En los espacios del mesón incorporado para productos de tocador.

(4) En los espacios del mesón debajo de gabinetes montados en la pared.

(5) En la pared, en el punto más próximo a aquel donde un mesón tipo barra se une a la pared.

(6) En la pared, en el punto más próximo a aquel donde un divisor fijo del cuarto se une a la pared.

(7) En las áreas de lavandería a una distancia máxima de 1.8 m (6 pies) de la ubicación prevista para los electrodomésticos de lavandería.

(8) Por lo menos una salida de receptáculo, ubicada en el exterior y accesible a nivel del suelo y a no más de 2.0 m (6 ½ pies) por encima del suelo. Una salida de receptáculo ubicada en un compartimiento accesible desde el exterior de la unidad se debe considerar como un receptáculo exterior.

(9) Se debe instalar por lo menos una salida de receptáculo en los baños, a una distancia máxima de 900 mm (36 pulgadas) del borde externo de cada lavamanos. Esta salida se debe ubicar por encima o adyacente al sitio del lavamanos. El receptáculo debe ser adicional a cualquier receptáculo que sea parte de una luminaria o de un electrodoméstico. El receptáculo no debe estar encerrado dentro del gabinete del baño ni del tocador.

(E) Salida para el(los) cable(s) de calefacción de la tubería. Para la conexión de los cables de calefacción de la tubería, se debe ubicar una salida de receptáculo en la parte inferior de la unidad, de la siguiente manera:

(1) A una distancia máxima de 600 mm (2 pies) de la entrada de agua fría.

(2) Conectada a un circuito ramal interior, que no sea el circuito ramal para un electrodoméstico pequeño. Para este fin se permitirá usar un circuito de receptáculo del cuarto de baño.

(3) En un circuito donde todas las salidas están en el lado de carga del interruptor del circuito contra fallas a tierra.

(4) Esta salida no se debe considerar como el receptáculo exigido por la sección 550.13 (D) (8).

(F) Salidas de receptáculo no permitidas. No se permitirán salidas de receptáculos en los siguientes lugares:

(1) No se deben instalar salidas de receptáculos dentro del espacio de una ducha o tina.

(2) En un mesón no se deben instalar receptáculos con la cara hacia arriba.

(3) No se deben instalar salidas de receptáculo por encima de los calentadores eléctricos de zócalo, a menos que se indique en el listado o las instrucciones del fabricante.

(G) Salidas de receptáculo no exigidas. No se exigirán salidas de receptáculo en los siguientes lugares:

(1) En los espacios de la pared ocupados por estufas integradas o gabinetes para guardar ropa.

(2) En los espacios de la pared por detrás de puertas que se pueden abrir totalmente contra la superficie de una pared.

(3) En los divisores de la habitación de tipo celosía que tienen menos de 2.5 m (8 pies de longitud), no sólidos, y a una distancia máxima de 150 mm (6 pulgadas) del piso.

(4) En el espacio de la pared suministrado para mesón tipo barra.

550.14 Luminarias y electrodomésticos.

(A) Sujeción de los electrodomésticos durante el transporte. Se debe contar con medios para asegurar bien los electrodomésticos cuando la casa móvil esté en tránsito. (Véase la sección 550.16 en cuanto a las disposiciones sobre puesta a tierra).

(B) Accesibilidad. Todos los electrodomésticos deben ser accesibles para su inspección, servicio, reparación o cambio sin tener que retirar cualquier parte fija de la construcción.

(C) Colgantes. Se permitirán luminarias de tipo colgante listadas o cordones colgantes.

(D) Luminarias en las tinas y duchas. Cuando se instale una luminaria sobre una tina o cerca de una ducha, debe ser de tipo cerrado, con juntas herméticas y estar listada para lugares mojados.

550.15 Métodos y materiales de alambrado. Excepto como se limita específicamente en esta sección, en las casas móviles se deben utilizar los métodos de alambrado y los materiales incluidos en este Código. Los conductores de aluminio, de aleación de aluminio y con núcleo de aluminio, tales como los de aluminio recubierto de cobre. No deben son aceptables para su uso como alambrado del circuito ramal.

(A) Cajas no metálicas. Se permitirá usar cajas no metálicas sólo con cables o canalizaciones no metálicos.

(B) Protección de cable no metálico. Los cables no metálicos ubicados a una distancia de 380 mm (15 pulgadas) del piso o menos, si están expuestos, deben protegerse contra daños físicos mediante tableros de cubierta, tiras protectoras, o canalizaciones. Los cables que se puedan dañar mientras están almacenados, deben estar protegidos en todos los casos.

(C) Protección de cables no metálicos y con recubrimiento metálico. Se permitirá que los cables con recubrimiento metálico y los no metálicos pasen por el centro del lado ancho de columnas de 2 x 4.

No obstante, se deben proteger cuando pasen por columnas de 2 x 2 o por otras columnas o bastidores donde el cable o su armadura esté a menos de 32 mm (1 ¼ pulgadas) de la superficie interior o exterior de las columnas cuando el material de revestimiento de la pared esté en contacto con las columnas. Para proteger el cable se debe utilizar una lámina de acero a cada lado del cable, o un tubo, con espesor de pared no inferior a 1.35 mm (0.053 pulgadas). Esas placas o tubos deben sujetarse firmemente en su sitio.

(D) Placas frontales metálicas. Cuando se utilicen placas frontales metálicas, deben ser puestos a tierra.

(E) Requisitos de instalación. Cuando se conecta una estufa, secadora de ropa u otro electrodoméstico por medio de un cable recubierto de metal o conduit metálico flexible, debe dejarse sin soporte un tramo de cable o conduit no inferior a 900 mm (3 pies) para permitir el servicio del electrodoméstico. El cable o conduit metálico flexible debe estar asegurado a la pared. No se deben utilizar cables de los tipos NM ni SE para conectar una estufa o secadora. Esto no supone la prohibición de usar cables de los tipos NM o SE entre el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal y la caja de empalme o el receptáculo para la estufa o la secadora.

(F) Canalizaciones. Cuando el conduit metálico rígido o el conduit metálico intermedio terminan en un gabinete con una conexión de contratuerca y adaptador, se deben poner dos contratuercas, una por dentro del gabinete y otra por fuera de éste. Se permitirá el uso de conduit rígido no metálico, tubería eléctrica no metálica, o una canalización superficial. Todos los extremos cortados de los tubos y conduit se deben escariar o darles acabado de otra manera para eliminar los bordes ásperos.

(G) Interruptores. Los interruptores deben tener los siguientes valores nominales:

(1) Para los circuitos de alumbrado, los interruptores no deben tener menos de 10 amperios de valor nominal para 120 a 125 voltios y en ningún caso menos de la carga conectada.

(2) Para los motores u otras cargas, los interruptores deben cumplir las disposiciones de la sección 404.14.

(H) Alambrado bajo el chasis (expuesto a la intemperie). Cuando el alambrado de tensión de línea (120 voltios nominales, o superior) exterior o bajo el chasis, esté expuesto a la humedad o daños físicos, debe estar protegido por conduit metálico rígido o conduit metálico intermedio. Los conductores deben ser adecuados para lugares mojados.

Excepción: Se permitirá usar cable del tipo MI, tubería eléctrica metálica o conduit rígido no metálico cuando vayan encaminadas estrechamente contra los bastidores y envolventes (enclosures) de los equipos.

(I) Cajas, accesorios y gabinetes. Las cajas, accesorios y gabinetes se deben asegurar firmemente en su sitio y deben estar sostenidos en elementos estructurales de la casa, directamente o mediante una abrazadera sólida.

Excepción: Cajas del tipo de fijación rápida. Se permitirá que las cajas equipadas con soportes especiales para paredes o cielos rasos y de dispositivos de cableado con envolventes (enclosures) integrados que se sujeten firmemente a las paredes o cielos rasos y estén identificadas para ese uso, no estén soportados a un elemento estructural o puntal. Las pruebas y la

aprobación deben incluir los sistemas de construcción de las paredes y cielos rasos con los que se ha proyectado utilizar las cajas y dispositivos.

(J) Conexiones de los terminales de los electrodomésticos. Los electrodomésticos que tengan conexiones terminales con el circuito ramal, que funcionan a temperaturas superiores a 60° C (140° F) deben tener conductores de circuito como se describe a continuación:

(1) Se permitirá que los conductores del circuito ramal, que tengan un aislamiento adecuado para la temperatura presente, vayan directamente hasta el electrodoméstico.

(2) Los conductores que tengan un aislamiento adecuado para la temperatura presente, deben ir desde la conexión del terminal del electrodoméstico hasta una caja de salida fácilmente accesible, ubicada como mínimo a 300 mm (1 pie) del electrodoméstico. Estos conductores deben estar en una canalización adecuada o un cable del tipo AC o MC con una longitud mínima de 450 mm (18 pulgadas), pero no superior a 1.8 m (6 pies).

(K) Interconexiones de los componentes. Los accesorios y conectores previstos para quedar ocultos durante el ensamble, deben estar listados e identificados para la interconexión de los componentes del edificio. Tales accesorios y conectores deben ser iguales al método de alambrado utilizado, en cuanto a aislamiento, aumento de temperatura y resistencia a la corriente de falla y deben ser capaces de resistir las vibraciones y golpes que ocurren durante el transporte de la casa móvil.

NOTA: Véase la sección 550.19 con respecto a la interconexión de las unidades con secciones múltiples.

550.16 Puesta a tierra. La puesta a tierra de las partes metálicas eléctricas y no eléctricas de una casa móvil, se debe hacer mediante la conexión a una barra conductora de puesta a tierra en el panel de distribución de la casa móvil. La barra conductora de puesta a tierra se debe conectar a través del conductor aislado de color verde, en el cordón de alimentación o del alambrado del alimentador a la tierra de la acometida del equipo de entrada de la acometida, ubicado adyacente al lugar de la casa móvil. Ni el chasis de la casa móvil ni el bastidor de ningún electrodoméstico se deben conectar al conductor del circuito puesto a tierra en la casa móvil. Cuando el panel de distribución es el equipo de acometida, tal como lo permite la sección 550.32 (B), los conductores del neutro y la barra conductora de puesta a tierra del equipo deben estar conectados.

(A) Conductor puesto a tierra.

(1) Aislado. El conductor del circuito puesto a tierra debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra, de los envolventes *(enclosures)* de los equipos y de otras partes puestas a tierra.
Los terminales del conductor del circuito puesto a tierra en el panel de distribución y en las estufas, secadoras de ropa, unidades de cocción montadas en mesones y hornos de pared, deben estar aislados del gabinete de los equipos. Los tornillos, abrazaderas o barras conductoras para la unión en el panel de distribución o en los electrodomésticos, se deben quitar y desechar. Cuando el panel de distribución es el equipo de acometida, como lo permite la sección 550.32 (B), los conductores del neutro y la barra conductora de puesta a tierra del equipo deben estar conectados.

(2) Conexiones de estufas y secadoras de ropa. Las conexiones trifilares de 120/240 voltios de las estufas y secadoras de ropa se deben hacer con un cordón de cuatro conductores y clavijas tripolares,

tetrafilares, con polo a tierra, o con cables de los tipos AC, MC o conductores encerrados en conduit metálico flexible.

(B) Medios de puesta a tierra de equipos.

(1) Cordón de alimentación o alimentador permanente. El alambre de puesta a tierra con aislamiento de color verde en el cordón de alimentación o en el alambrado del alimentador permanente, se debe conectar a la barra conductora de puesta a tierra en el panel de distribución o en el medio de desconexión.

(2) Sistema eléctrico. En el sistema eléctrico, todas las partes metálicas expuestas, envolventes *(enclosures)*, bastidores, cubiertos ornamentales de las luminarias, etc., se deben unir de manera eficaz al terminal de puesta a tierra o al gabinete del panel de distribución.

(3) Electrodomésticos conectados con cordón. Los electrodomésticos conectados con cordón, tales como las lavadoras, secadoras de ropa y refrigeradores, y el sistema eléctrico de las estufas de gas, etc., se deben poner a tierra mediante un cordón con un conductor de puesta a tierra de equipos y una clavija de conexión con polo a tierra.

(C) Unión de las partes metálicas no portadoras de corriente.

(1) Partes metálicas expuestas, no portadoras de corriente. Todas las partes metálicas expuestas, no portadoras de corriente, que se puedan energizar, deben estar unidas de una manera eficaz al terminal de puesta a tierra o al gabinete del panel de distribución. Se debe conectar un conductor de unión entre el panel de distribución y un terminal accesible en el chasis.

(2) Terminales de puesta a tierra. Los terminales de puesta a tierra deben ser del tipo sin soldadura y listados para uso como conectores de presión reconocidos para alambres del calibre que se emplee. El conductor de unión debe ser de cobre, sólido o trenzado, aislado o desnudo y como mínimo de calibre 8 AWG o equivalente. El conductor de unión se debe encaminar de manera que no esté expuesto a daños físicos.

(3) Tubería y ductos metálicos. Las tuberías metálicas de gas, de agua y de desagüe y los ductos metálicos de ventilación se deben considerar como unidos si están conectados al terminal del chasis [véase la sección 550.16 (C) (1)] mediante abrazaderas, conectores sin soldadura o correas adecuadas de puesta a tierra.

(4) Techos y cubiertas exteriores metálicos. Todos los techos y cubiertas exteriores de metal se deben considerar como unidos si se cumplen las siguientes condiciones:

> (1) Los paneles metálicos se solapan unos con otros y están sujetos firmemente a partes del armazón de madera o de metal mediante elementos metálicos de sujeción.
>
> (2) El panel inferior de la cubierta exterior metálica está asegurado por elementos metálicos de sujeción a un travesaño del chasis mediante dos correas metálicas por cada casa móvil o sección de la misma, en ambos extremos.

El material de la correa de unión debe tener un ancho mínimo de 100 mm (4 pulgadas), de material

equivalente al forro exterior o de un material de igual o mejor conductividad eléctrica. Las correas deben ir sujetas con accesorios que atraviesen la pintura, tales como tornillos y arandelas en estrella, o equivalentes.

550.17 Pruebas.

(A) Prueba de resistencia dieléctrica. El alambrado de cada casa móvil se debe someter a una prueba de resistencia dieléctrica a 900 voltios durante un minuto (con todos los interruptores cerrados) entre las partes vivas (incluido el conductor del neutro) y la tierra de la casa móvil. Como alternativa se permitirá hacer la prueba a 1080 voltios durante un segundo. Esta prueba se debe efectuar una vez instalados todos los circuitos ramales, luminarias o electrodomésticos.

Excepción: No se exigirá la prueba de resistencia dieléctrica para las luminarias o electrodomésticos listados.

(B) Pruebas de continuidad, funcionamiento y comprobación de polaridad. Cada casa móvil se debe someter a todas las siguientes pruebas:

(1) Una prueba de continuidad eléctrica, para asegurar que todas las partes metálicas expuestas conductoras eléctricamente, están unidas en la forma adecuada.

(2) Una prueba de funcionamiento eléctrico, para demostrar que todos los equipos, excepto los calentadores de agua y hornos eléctricos, están conectados y funcionan bien.

(3) Comprobación de la polaridad eléctrica de todos los equipos alambrados permanentemente y salidas de receptáculo, para establecer si las conexiones están hechas adecuadamente.

550.18 Cálculos. Para calcular la carga del cordón de alimentación y del panel de distribución de cada ensamble alimentador de cada casa móvil, se debe emplear el siguiente método, en lugar del descrito en el Artículo 220, y se debe basar en la alimentación a 120/240 voltios, trifilar, con cargas equilibradas de 120 voltios entre los dos conductores no puestos a tierra del sistema trifilar.

(A) Cargas de alumbrado, electrodomésticos pequeños y lavandería.

(1) Volt-amperios para alumbrado. Longitud x ancho del piso de la casa móvil (dimensiones exteriores) x 33 volt-amperios/m^2 (3 VA/pie^2). Por ejemplo, longitud x ancho x 3 = volt-amperios para alumbrado.

(2) Volt-amperios para electrodomésticos pequeños. Número de circuitos x 1500 volt-amperios por cada circuito de 20 amperios de receptáculos para electrodomésticos (véase la definición de electrodoméstico portátil, con la **NOTA** en la sección 550.2). Por ejemplo, número de circuitos x 1500 = volt-amperios para electrodomésticos pequeños.

(3) Volt-amperios para el circuito del área de lavandería. 1500 volt-amperios.

(4) Volt-amperios totales. Volt-amperios para alumbrado + volt-amperios para electrodomésticos pequeños + volt-amperios para el área de lavandería = volt-amperios totales.

(5) Volt-amperios netos. Los primeros 3000 volt-amperios totales al 100 por ciento más los restantes al 35 por ciento = volt-amperios que se deben dividir por 240 voltios para obtener la corriente (amperios) por fase.

(B) Carga total para determinar la potencia de alimentación. La carga total para determinar la potencia de alimentación es la suma de:

(1) La carga para alumbrado y electrodomésticos pequeños, como se calcula en la sección 550.18 (A) (5).

(2) Corriente en amperios de la placa de característica para motores y cargas de calentadores (ventiladores de extracción, acondicionadores de aire, calefacción eléctrica, a gas o petróleo). Se suprime la menor de las cargas de calefacción y aire acondicionado, pero se incluye el motor del ventilador si se usa como motor del evaporador del acondicionador de aire. Si no se instala un acondicionador de aire pero el cordón de alimentación es de 40 amperios, se permiten 15 amperios en cada fase para el aire acondicionado.

(3) El 25% de la corriente del motor más grande en (2).

(4) Los amperios totales de la placa de características para el triturador de basuras, lavadora de platos, calentador de agua, secadora de ropas, horno de pared y unidades de cocción. Cuando el número de todos estos electrodomésticos pase de tres, se usa el 75 por ciento del total.

(5) Corriente derivada, en amperios, para estufas no empotradas (distintas de los hornos y unidades de cocción independientes), dividiendo los siguientes valores por 240 voltios:

Valor nominal en la placa de características (watts)	Uso (volt-amperios)
0 a 10 000	80% del valor nominal
Más de 10, 000 a 12,500	8,000
Más de 12,500 a 13,500	8,400
Más de 13,500 a 14,500	8,800
Más de 14,500 a 15,500	9,200
Más de 15,000 a 16,500	9,600
Más de 16,500 a 17,500	10,000

(6) Si existen circuitos o salidas para otros electrodomésticos diferentes de los instalados en fábrica, se incluye también la carga anticipada.

NOTA: Véase el Anexo D, ejemplo D11, para una ilustración de la aplicación de este cálculo.

(C) Método de cálculo opcional para cargas de alumbrado y electrodomésticos. Se permitirá aplicar el método opcional de cálculo de las cargas de alumbrado y electrodomésticos que se indica en la

sección 220.82.

550.19 Interconexión de casas móviles de múltiples secciones o unidades de casas prefabricadas.

(A) Métodos de alambrado. Para unir las partes de un circuito que deben estar unidas eléctricamente y que están ubicadas en secciones adyacentes de las casas móviles, una vez instalada la casa sobre su cimentación de apoyo, se deben utilizar métodos de alambrado fijos aprobados y listados. Las uniones de los circuitos deben ser accesibles para desconectarlas cuando se vaya a trasladar la casa móvil.

> **NOTA**: Véase la sección 550.15 (K) con relación a la interconexión de los componentes.

(B) Medios de desconexión. Se permitirá que las casas expansibles o prefabricadas de unidades múltiples, que no tienen alimentadores instalados permanentemente y se van a trasladar de un lugar a otro tengan medios de desconexión con equipo protector del circuito ramal en cada unidad si su ubicación es tal que después del ensamble o la unión de las unidades, se cumplirán los requisitos de la sección 550.10.

550.20 Salidas exteriores, luminarias, equipo de aire acondicionado, etc.

(A) Listados para uso exterior. Las luminarias y los equipos que se utilicen en el exterior deben estar listados para uso en lugares mojados o exteriores. Los receptáculos en exteriores deben cumplir lo establecido en la sección 406.8. Cuando se ubican en la parte inferior de la casa o bajo de las prolongaciones del techo o lugares protegidos similares, las luminarias y los equipos exteriores deben estar listados para uso en lugares húmedos.

(B) Equipo exterior de calefacción, de aire acondicionado o ambos. Una casa móvil que tenga un circuito ramal diseñado para energizar equipo de calefacción o de aire acondicionado exterior, o ambos, que estén ubicados fuera de la casa móvil, diferentes de los acondicionadores de aire para habitaciones, debe tener los conductores de ese circuito ramal terminados en una caja de salida o un medio de desconexión listados, ubicados en el exterior de la casa móvil. Cerca de la caja de salida se debe colocar un rótulo permanente con la siguiente información:

"ESTA CONEXIÓN ES PARA EQUIPOS DE CALEFACCIÓN Y/O AIRE ACONDICIONADO.
EL CIRCUITO RAMAL TIENE UNA CORRIENTE NOMINAL NO SUPERIOR A ____ AMPERIOS,
A _____VOLTIOS, 60 HZ, AMPACIDAD DEL CONDUCTOR _____. DEBE
HABER UN MEDIO DE DESCONEXIÓN UBICADO AL ALCANCE DE LA VISTA
DESDE EL EQUIPO"

En los espacios en blanco se debe anotar el valor nominal de tensión y corriente correctas. Este rótulo no debe tener menos de 0.51 mm (0.020 pulgadas) de espesor, y debe ser grabado en latón, acero inoxidable, aluminio anodizado o alclad, o equivalente. El tamaño mínimo de la etiqueta debe ser de 75 mm por 45 mm (3 pulgadas por 1 ¾ de pulgada).

550.25 Protección con interruptor de circuito por fallas de arco.

(A) Definición. Los interruptores de circuito por fallas de arco se definen en el Artículo 210.12(A).

(B) Alcobas de las casas móviles y de casas prefabricadas. Todos los circuitos ramales de 120 voltios que alimentan salidas de 15 y 20 amperios instaladas en las alcobas de casas móviles y de casas prefabricadas deben cumplir con la sección 210.12 (B).

III. Acometidas y alimentadores

550.30 Sistema de distribución. El sistema eléctrico de distribución secundaria del estacionamiento de casas móviles para los lotes para las casas móviles debe ser monofásico y de 120/240 voltios nominales. Para el propósito de la Parte III, cuando la acometida del estacionamiento exceda los 240 voltios nominales, se deben considerar como acometidas los transformadores y paneles de distribución secundarios.

550.31 Factores de demanda permisibles. Los sistemas de alambrado eléctrico del estacionamiento se deben calcular (a 120/240 voltios) sobre el mayor de los siguientes valores:

(1) 16 000 volt-amperios por cada lote de casa móvil.

(2) La carga calculada según la sección 550.18 para la mayor de las casas móviles típicas que se pueda ubicar en cada lote.

Se permitirá calcular la carga del alimentador o de la acometida de acuerdo con la Tabla 550.31. No se permitirán factores de demanda para otras cargas, excepto lo que se establezca en este Código.

550.32 Equipo de acometida

(A) Equipo de acometida para casas móviles. El equipo de acometida para casas móviles debe estar ubicado al lado de la casa móvil y en ningún caso dentro o sobre la propia casa. El equipo de acometida debe estar ubicado al alcance de la vista desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta y a no más de 9.0 m (30 pies) de la misma. Se permitirá que el equipo de acometida esté ubicado en otro lugar del inmueble, siempre que haya un medio de desconexión adecuado para ser usado como equipo de acometida, ubicado al alcance de la vista desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta y a no más de 9.0 m (30 pies) de la misma, y cuyo valor nominal no sea inferior a la exigida para el equipo de acometida según la sección 550.32 (C). La puesta a tierra en el medio de desconexión debe estar de acuerdo con la sección 250.32.

Tabla 550.31. Factores de demanda para alimentadores y acometidas

Número de Casas móviles	Factor de demanda (%)
1	100
2	55
3	44
4	39
5	33
6	29
7-9	28

Tabla 550.31 (Cont.). Factores de demanda para alimentadores y acometidas

Número de Casas móviles	Factor de demanda (%)
10-12	27
13-15	26
16-21	25
22-40	24
41-60	23
61 y en adelante	22

(B) Equipo de acometida para casas prefabricadas. Se permitirá que el equipo de acometida esté instalado dentro o sobre una casa prefabricada, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) El fabricante debe incluir en su información escrita sobre las instrucciones de instalación que la casa debe estar asegurada en su lugar mediante un sistema de anclaje o instalada y asegurada sobre un cimiento permanente.

(2) La instalación de la acometida debe cumplir lo establecido en las Partes I a VII del Artículo 230.

(3) Deben existir medios para conectar el conductor del electrodo de puesta a tierra al equipo de la acometida, y para encaminarlo por fuera de la estructura.

(4) La puesta a tierra y la unión de la acometida deben estar acordes con las Partes I a V del Artículo 250.

(5) El fabricante debe incluir en sus instrucciones escritas sobre la instalación un método de puesta a tierra del equipo de acometida en el lugar de la instalación. Las instrucciones deben establecer con claridad que otros métodos de puesta a tierra se encuentran en el Artículo 250.

(6) En las instrucciones se debe especificar el calibre mínimo del conductor del electrodo de puesta a tierra.

(7) Sobre o adyacente al equipo de acometida, se debe colocar una etiqueta roja con la siguiente advertencia:

ADVERTENCIA NO SUMINISTRE ENERGÍA ELÉCTRICA HASTA QUE EL(LOS) ELECTRODO(S) DE PUESTA A TIERRA ESTÉ(N) INSTALADO(S) Y CONECTADO(S) (CONSULTE LAS INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN)

Cuando el equipo de acometida no está instalado dentro ni sobre la unidad, la instalación debe cumplir con las otras disposiciones de esta sección.

(C) Valor nominal. El equipo de acometida de casas móviles debe tener un valor nominal de corriente no inferior a 100 amperios, a 120/240 voltios y deben existir medios para conectar el conjunto del alimentador de la casa móvil por un método de alambrado permanente. También se permitirá que las salidas de fuerza, utilizadas como equipo de acometida de una casa móvil, contengan receptáculos hasta de 50 amperios nominales con la protección contra sobrecorriente adecuada. Los receptáculos de 50 amperios deben tener la configuración mostrada en la Figura 550.10 (C).

> **NOTA**: Detalles completos sobre la configuración de los receptáculos y clavijas de 50 amperios, se pueden encontrar en la publicación ANSI/NEMA WD6-1989, National Electrical Manufacturers Association, Standard for Wiring Devices - Dimensional Requirements. Figura 14-50.

(D) Equipos eléctricos exteriores adicionales. Se debe suministrar un medio para conectar un edificio o estructura auxiliar de una casa móvil o un equipo eléctrico adicional ubicados fuera de la casa móvil, mediante un método de alambrado fijo, bien sea en el equipo de acometida de la casa móvil o en el medio de desconexión externo local permitido en la sección 550.32 (A).

(E) Receptáculos adicionales. Se permitirán receptáculos adicionales para la conexión de equipos eléctricos ubicados fuera de la casa móvil, y todos los receptáculos monofásicos de 125 voltios y de 15 y 20 amperios deben estar protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra listado.

(F) Altura de montaje. El medio de desconexión externo de las casas móviles debe instalarse de modo que la parte inferior del gabinete que contiene el medio de desconexión quede a una altura no inferior a 600 mm (2 pies) sobre el acabado del piso o la plataforma de trabajo. El medio de desconexión debe estar instalado de modo que el centro del asa de la manija de accionamiento, en su posición más alta, no esté a más de 2.0 m (6 pies 7 pulgadas) sobre el acabado del piso o la plataforma de trabajo.

(G) Marcado. Cuando el equipo de acometida de las casas móviles utilice un receptáculo de 125/250 voltios, dicho equipo debe estar marcado así:

"ANTES DE INSERTAR O REMOVER LA
CLAVIJA, SE DEBE APAGAR EL INTERRUPTOR
DE DESCONEXIÓN O EL INTERRUPTOR
AUTOMÁTICO. LA CLAVIJA DEBE SER
COMPLETAMENTE INSERTADA O REMOVIDA".

Este marcado debe estar colocado en el equipo de la acometida, adyacente a la salida del receptáculo.

550.33 Alimentador.

(A) Conductores del alimentador. Los conductores del alimentador deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) Los conductores del alimentador deben consistir en un cordón listado instalado en fábrica, según lo establecido en la sección 550.10(B), o en un alimentador instalado permanentemente, consistente en cuatro conductores aislados, codificados por colores, que deben estar identificados mediante

marcado en fábrica o en campo, de conformidad con la sección 310.12. Los conductores de puesta a tierra de equipos no deben estar identificados mediante la remoción del aislamiento.

(2) Los conductores del alimentador se deben instalar de acuerdo con la sección 250.32 (B).

> *Excepción: Para un alimentador existente que esté instalado entre el equipo de acometida y el medio de desconexión, como se indica en la sección 550.32 (A), se permitirá omitir el conductor de puesta a tierra de equipos si el conductor del circuito puesto a tierra está puesto a tierra en el medio de desconexión de acuerdo con la sección 250.32 (B), Excepción.*

(B) Capacidad del alimentador. Los conductores del circuito del alimentador de un lote para casas móviles y casas prefabricadas deben tener una capacidad no inferior a las cargas alimentadas, no deben tener un valor nominal inferior a 100 amperios y se permitirá que estén dimensionados de acuerdo con la sección 310.15 (B) (6).

ARTÍCULO 551
Vehículos recreativos y estacionamientos de vehículos recreativos

I. Generalidades

551.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se refieren a los conductores y equipos eléctricos, que no sean los circuitos de baja tensión ni de los vehículos automotores ni extensiones de ellos, instalados sobre o dentro de los vehículos recreativos, a los conductores que conectan los vehículos recreativos a una fuente de alimentación y a la instalación de equipos y dispositivos relacionados con las instalaciones eléctricas dentro de los estacionamientos de los vehículos recreativos.

> **NOTA**: Para información sobre los sistemas de baja tensión, consulte los documentos NFPA 1192-2005, Standard on Recreational Vehicles, y ANSI/RVIA 12V-2005, Standard for Low Voltage Systems in Conversion and Recreational Vehicles.

551.2 Definiciones. (Véanse otras definiciones en el Artículo 100).

Baja tensión. Fuerza electromotriz de 24 voltios nominales o menos, alimentada desde un transformador, convertidor o batería.

Bastidor. Riel del chasis y cualquier parte metálica soldada a él, con un espesor de 1.35 mm (0.053 pulgadas) o superior.

Casa rodante. Unidad vehicular diseñada para servir de casa provisional con fines recreativos, de camping o viaje, construida o montada permanentemente sobre el chasis de un vehículo autopropulsado, o sobre un chasis con cabina o furgón, que forma parte integral del vehículo completo (véase la definición de vehículo recreativo).

Conductores del circuito alimentador para un lugar para un vehículo recreativo. Los conductores que van desde el equipo de acometida del estacionamiento hasta el equipo de alimentación al lugar para un vehículo recreativo.

Convertidor. Dispositivo que cambia la corriente eléctrica de una forma a otra, por ejemplo de corriente alterna a corriente continua.

Electrodoméstico estacionario. Electrodoméstico que no se puede mover fácilmente de un sitio a otro en su uso normal.

Electrodoméstico fijo. Electrodoméstico que está anclado o asegurado de otra manera en un lugar específico.

Electrodoméstico portátil. Electrodoméstico que es realmente movido o que se puede mover fácilmente de un lugar a otro en su uso normal.

> **NOTA**: Para los propósitos de este artículo, se consideran portátiles los siguientes electrodomésticos, si no están empotrados y están conectados con cordón: refrigeradores, estufas, lavadoras de ropa, lavavajillas sin calentadores de refuerzo y otros electrodomésticos similares.

Ensamble de fuente de alimentación. Los conductores, incluidos los puestos a tierra, los no puestos a tierra y los conductores de puesta a tierra de equipos, los conectores, clavijas de conexión y todos los demás accesorios, anillos protectores o dispositivos instalados con el fin de suministrar energía eléctrica desde la fuente de alimentación al panel de distribución dentro del vehículo recreativo.

Equipo de aire acondicionado o de climatización. Todo equipo destinado o instalado con el fin de hacer el proceso de tratamiento del aire, de manera que se controle simultáneamente su temperatura, humedad, limpieza y distribución, para cumplir con los requisitos del espacio acondicionado.

Equipo de alimentación para un lugar para un vehículo recreativo. Equipo necesario, usualmente una salida de fuerza, consistente en un interruptor automático o un interruptor y fusibles y sus accesorios, ubicado cerca del punto de entrada de los conductores de alimentación al lugar para un vehículo recreativo y proyectado para que constituya el medio de desconexión de la alimentación para dicho lugar.

Estacionamiento de vehículos recreativos. Área de terreno en la cual se ubican, establecen o mantienen dos o más lugares para vehículos recreativos del público en general, utilizados como casa temporal para fines recreativos o vacacionales.

Frente muerto (Aplicado a interruptores, interruptores automáticos, tableros de distribución y paneles de distribución). Diseñado, construido e instalado de modo que normalmente no haya partes portadoras de corriente expuestas en su frente.

Lugar para un vehículo recreativo. Porción de terreno dentro de un estacionamiento para vehículos recreativos, destinado para alojar temporalmente un vehículo recreativo. Se puede utilizar como lugar para un vehículo recreativo o como lugar para una unidad de camping.

Medio de desconexión. Equipo necesario, usualmente compuesto por un interruptor automático o un interruptor y fusible y sus accesorios, ubicado cerca del punto de entrada de los conductores de alimentación en un vehículo recreativo y proyectado para constituir el medio de corte de la alimentación para dicho vehículo recreativo.

Panel de distribución. Panel o grupo de paneles diseñados para su ensamble en forma de un solo panel; incluyendo las barras conductoras; con o sin interruptores y/o dispositivos de protección contra sobrecorriente para el control de circuitos de alumbrado, calefacción o circuitos de fuerza de capacidad individual pequeña al igual que colectiva; diseñado para su instalación en un gabinete o caja de corte ubicados en una pared o división, o contra ella, y accesibles sólo por el frente.

Puesto para un vehículo recreativo. Área de un lugar para un vehículo recreativo, destinada para la colocación de un vehículo recreativo.

Remolque para camping. Unidad vehicular portátil, montada sobre ruedas y construida con paredes laterales total o parcialmente plegables, que se doblan para que sea remolcado por otro vehículo y se despliegan en el campamento para servir de vivienda temporal para recreación, camping o para viajar (véase la definición de vehículo recreativo).

Remolque para viaje. Unidad vehicular montada sobre ruedas, diseñada como vivienda temporal para

recreación, camping o para viajar, de tamaño o peso tales que no se requieren permisos especiales de circulación por carretera cuando transita remolcado por un vehículo motorizado, y cuya superficie bruta es inferior a 30 m^2 (320 $pies^2$) (véase la definición de vehículo recreativo).

Transformador. Dispositivo que, cuando se usa, eleva o reduce la tensión de la corriente alterna de la fuente original.

Vagoneta para acampar *(Truck Camper).* Unidad portátil construida para ofrecer vivienda temporal con fines recreativos, de viaje o para camping, que consta de un techo, un piso y unos laterales, diseñada para montarla o demontarla en la plataforma de un vehículo de tipo "pickup" (véase la definición de vehículo recreativo).

Vehículo recreativo *(Recreational Vehicle).* Unidad de tipo vehicular diseñada fundamentalmente como vivienda temporal para uso recreativo, para acampar o para viajar, que tiene su propio motor o está montado en otro vehículo o es remolcado por él. Sus tipos principales son remolque para viaje, vagón para acampar, remolque para camping y casa rodante.

551.4 Requisitos generales.

(A) No incluidos. No se exigirá que un vehículo recreativo que no se utilice para los fines definidos en la sección 551.2, cumpla lo establecido en la Parte I con relación al número o capacidad de los circuitos exigidos. No obstante, si el vehículo tiene una instalación eléctrica proyectada para ser energizada desde un sistema de alimentación de c.a. a 120 voltios, 208Y/ 120 voltios o 120/240 voltios nominales, debe cumplir todos los demás requisitos aplicables de este artículo.

(B) Sistemas. Este artículo comprende los sistemas eléctricos combinados, instalaciones de generadores y sistemas de 120 voltios, 208Y/120 voltios o 120/240 voltios nominales.

> **NOTA**: para información sobre sistemas de baja tensión, consulte los documentos NFPA 1192-2005, Standard on Recreational Vehicles, y ANSI/RVIA 12V-2005, Standard for Low Voltage Systems in Conversion and Recreational Vehicles.

II. Sistemas eléctricos combinados

551.20 Sistemas eléctricos combinados.

(A) Generalidades. Se permitirá que el alambrado de vehículos adecuado para conexión a una batería o a una fuente de corriente continua, se conecte a una fuente de alimentación de 120 voltios, siempre que todo el sistema de alambrado y los equipos tengan un valor nominal y estén instalados en total conformidad con los requisitos de las Partes I, II, III, IV y V de este artículo, con respecto a los sistemas eléctricos de 120 voltios. Los circuitos alimentados desde transformadores de corriente alterna no deben alimentar electrodomésticos de corriente continua.

(B) Convertidores de tensión (de 120 voltios de corriente alterna a corriente continua de baja tensión). El lado de corriente alterna de un convertidor de tensión de 120 voltios se debe instalar en total conformidad con los requisitos de las Partes I, II, III, IV y V de este artículo, con respecto a sistemas eléctricos de 120 voltios.

Excepción: No están sujetos a la sección 551.20 (B) los convertidores suministrados como parte integral de un electrodoméstico listado.

Todos los convertidores y transformadores deben estar listados para su uso en vehículos recreativos y diseñados o equipados para proporcionar protección contra sobrecalenamiento. Para determinar el valor nominal del convertidor, se debe aplicar la siguiente fórmula a la carga total conectada, incluida la tasa promedio de carga de las baterías, de todos los equipos de 12 voltios:

Los primeros 20 amperios de carga al 100 por ciento, más Los siguientes 20 amperios de carga al 50 por ciento, más El resto de la carga que exceda los 40 amperios, al 25 por ciento.

Excepción: Cuando se determine el valor nominal exigido del convertidor, no se deben considerar como cargas conectadas un electrodoméstico de baja tensión controlado por un interruptor de acción momentánea (normalmente abierto), que no tenga un medio para mantenerlo en posición cerrada ni los refrigeradores con función a 120 voltios. Los electrodomésticos energizados momentáneamente se deben limitar a los que se utilicen para preparar el vehículo para su utilización o para un viaje.

(C) Unión de los envolventes *(enclosures)* del convertidor de tensión. El gabinete metálico no portador de corriente del convertidor de tensión se debe conectar al bastidor del vehículo con un conductor de cobre y calibre mínimo del 8 AWG. El convertidor de tensión debe tener un conductor independiente de unión del chasis que no se debe usar como conductor portador de corriente.

(D) Accesorios de tensión dual, incluyendo luminarias o electrodomésticos. Los accesorios, incluyendo luminarias o electrodomésticos que tengan conexiones tanto de 120 voltios como de baja tensión, deben estar listados para tensión dual.

(E) Autotransformadores. No se deben utilizar autotransformadores.

(F) Receptáculos y clavijas. Cuando un vehículo recreativo esté equipado con un sistema de corriente alterna, un sistema de baja tensión o ambos tipos, los receptáculos y clavijas del sistema de baja tensión deben tener una configuración diferente de la del sistema de corriente alterna. Cuando un vehículo equipado con una batería u otro sistema de baja tensión tenga una conexión externa para alimentación a baja tensión, el conector debe tener una configuración tal que no admita alimentación de corriente alterna.

III. Otras fuentes de alimentación

551.30 Instalaciones de generadores.

(A) Montaje. Los generadores se deben montar de modo que queden unidos de manera eficaz al chasis del vehículo recreativo.

(B) Protección de los generadores. Los equipos se deben instalar para asegurar que los conductores portadores de corriente procedentes del motogenerador y de otra fuente de alimentación externa, no estén conectados al mismo tiempo a un circuito del vehículo.

Los receptáculos utilizados como medio de desconexión deben ser accesibles (como se aplica a los

métodos de alambrado) y capaces de interrumpir su corriente nominal sin riesgo para el operador.

(C) Instalación de baterías de acumuladores y de generadores. Las baterías de acumuladores y los generadores accionados por motores de combustión interna (sujetos a las disposiciones de este Código), se deben asegurar en su sitio para evitar su desplazamiento ocasionado por las sacudidas y vibraciones en los caminos.

(D) Ventilación de los compartimientos para generadores. Los compartimentos en los que estén instalados generadores accionados por motores de combustión interna, deben estar ventilados según las instrucciones del fabricante del generador.

> **NOTA**: Con respecto a los requisitos de construcción de los compartimentos de generadores, véase la publicación NFPA 1192-2005, Standard on Recreational Vehicles.

(E) Conductores de alimentación. Los conductores de alimentación desde el motogenerador hasta el primer terminal en el vehículo, deben ser de tipo trenzado y estar instalados en conduit flexible listado o en conduit flexible hermético a los líquidos listados. El punto del primer terminal debe estar en uno de los siguientes lugares:

(1) En un panel de distribución.
(2) En una caja de empalme con una tapa ciega.
(3) En una caja de empalme con un receptáculo
(4) En un interruptor de transferencia dentro de un encerramiento.
(5) En un ensamble de receptáculo listado junto con el generador.

El panel de distribución o la caja de empalme con un receptáculo se deben instalar en el interior del vehículo y a una distancia no mayor de 450 mm (18 pulgadas) de la pared del compartimiento, pero no dentro del mismo. Si el generador está por debajo del nivel del piso y no en un compartimiento, el panel de distribución o la caja de empalme con receptáculo se deben instalar dentro del vehículo, a una distancia no mayor de 450 mm (18 pulgadas) del punto de entrada al vehículo. En la pared del compartimiento, dentro o fuera de él, se debe montar una caja de empalme con tapa ciega. Un ensamble de receptáculo listado junto con el generador se debe montar de acuerdo con su listado. Si el generador está por debajo del nivel del piso y no en un compartimiento, la caja de empalme con tapa ciega se debe montar en cualquier parte de la estructura que sostiene al generador (pero no en el generador), o en el piso del vehículo, a una distancia no mayor de 450 mm (18 pulgadas) de cualquier punto directamente sobre el generador, en el interior o en el exterior de la superficie del piso. Se debe suministrar protección contra sobrecorriente para los conductores de alimentación, de acuerdo con la sección 240.4, como parte integral de un generador listado o se debe ubicar a una distancia no mayor de 450 mm (18 pulgadas) de su punto de entrada al vehículo.

551.31 Fuente de alimentación múltiple.

(A) Fuentes de alimentación múltiple. Cuando esté instalado un sistema de alimentación múltiple, que conste de una fuente de alimentación alterna y un cordón de alimentación, el alimentador procedente de la fuente alterna debe estar protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente. La instalación debe estar de acuerdo con las secciones 551.30 (A) y (B) y 551.40.

(B) Capacidad de las fuentes de alimentación múltiple. No se exigirá que las fuentes de alimentación múltiple sean de la misma capacidad.

(C) Fuentes de alimentación alterna de más de 30 amperios. Si alguna de las fuentes de alimentación alterna excede los 30 amperios nominales a 120 voltios nominales, se permitirá alambrarla como un sistema de 120 voltios nominales, o como un sistema de 208Y/120 voltios nominales, o de 120/240 voltios nominales, siempre que en el alimentador se instale un dispositivo de protección contra sobrecorriente, del valor nominal adecuado.

(D) Conjunto de fuente de alimentación no inferior a 30 amperios. Se permitirá que el ensamble de fuente de alimentación externa tenga una capacidad de corriente inferior a la carga calculada, pero no inferior a 30 amperios y su protección contra sobrecorriente no debe ser mayor que la capacidad del ensamble de fuente de alimentación externa.

551.32 Otras fuentes. Otras fuentes de alimentación de c.a, tales como inversores, motogeneradores o grupos electrógenos, deben estar listadas para su uso en vehículos recreativos y se deben instalar de acuerdo con los términos listados. Otras fuentes de alimentación de c.a. se deben alambrar en total conformidad con los requisitos de las Partes I, II, III, IV y V de este artículo, con respecto a sistemas eléctricos de 120 voltios.

551.33 Restricción de fuentes alternas. Si el equipo de transferencia no está integrado con la fuente de alimentación listada, se debe instalar de modo que asegure que los conductores portadores de corriente de otras fuentes de alimentación de c.a. y de una fuente externa, no se conecten al mismo tiempo al circuito del vehículo.

IV. Sistemas de 120 voltios o de 120/240 voltios nominales

551.40 Sistemas de 120 voltios o de 120/240 voltios nominales.

(A) Requisitos generales. Los equipos y materiales eléctricos de los vehículos recreativos indicados para su conexión a sistemas de alambrado de 120 voltios nominales, bifilares con conductor de puesta a tierra de equipos, o a sistemas de alambrado de 120/240 voltios nominales, trifilares con conductor de puesta a tierra de equipos, deben estar listados e instalados de acuerdo con los requisitos de las Partes I, II, III, IV y V de este artículo. El equipo eléctrico conectado de línea a línea debe tener un valor nominal de tensión de 208-230 voltios.

(B) Materiales y equipos. Los materiales, dispositivos, electrodomésticos, accesorios y otros equipos eléctricos instalados, proyectados para utilizarse o conectados a un vehículo recreativo, deben estar listados. Todos los productos se deben utilizar exclusivamente del modo en el que han sido probados y encontrados como adecuados para el uso previsto.

(C) Protección mediante interruptor de circuito contra fallas a tierra. El alambrado interior de un vehículo recreativo que tenga sólo un circuito ramal de 15 ó 20 amperios, como lo permiten las secciones 551.42 (A) y (B), debe tener protección para las personas mediante un interruptor de circuito contra fallas a tierra. El interruptor de circuito contra fallas a tierra se debe instalar en el punto de terminación del ensamble de la fuente de alimentación dentro del vehículo recreativo. Cuando no se emplea un ensamble de cordón separable, se permitirá que el interruptor de circuito contra fallas a tierra sea una parte integral de la clavija de conexión del ensamble de la fuente de alimentación. El interruptor de circuito contra fallas a tierra debe brindar protección también en el caso en que se abra un conductor del circuito puesto a tierra, o que se intercambien los conductores del circuito o en ambos casos.

551.41 Salidas para receptáculo exigidas.

(A) Separación. Las salidas para receptáculos se deben instalar en espacios de pared de 600 mm (2

pies) de ancho o más, de modo que ningún punto a lo largo de la línea del piso esté a más de 1.8 m (6 pies), medidos horizontalmente, de cualquier receptáculo en ese espacio.

Excepción No. 1: Las áreas de baños y corredores.

Excepción No.2: Los espacios de pared ocupados por gabinetes de cocina, armarios para ropa, muebles empotrados, espacios detrás de una puerta que pueda abrirse completamente contra la pared o elementos similares.

(B) Ubicación. Los receptáculos deben instalarse:

(1) Adyacentes a los mesones en la cocina [por lo menos uno a cada lado del fregadero, si hay mesones a ambos lados y tienen 300 mm (12 pulgadas) o más de ancho].

(2) Adyacentes al espacio del refrigerador y de la cocina de gas, excepto si hay instalado de fábrica un refrigerador o cocina de gas que no requieren conexión eléctrica externa.

(3) Adyacentes a los espacios de mesones que tengan 300 mm (12 pulgadas) o más de ancho y desde los que no se pueda llegar a uno de los receptáculos exigidos por la sección 551.41 (B) (1), con un cordón de 1.8 m (6 pies) sin cruzar una área de tráfico o en la que haya un electrodoméstico de cocción o fregadero.

(C) Protección con interruptor de circuito contra fallas a tierra. Cuando se instalen receptáculos monofásicos de 125 voltios y 15 ó 20 amperios, deben tener un interruptor de circuito contra fallas a tierra para la protección de las personas, en los siguientes lugares:

(1) Adyacente al sanitario instalado en el cuarto de baño.

(2) Cuando los receptáculos están instalados para alimentar las superficies de los mesones, y están a una distancia no mayor de 1.8 m (6 pies) de cualquier lavamanos o fregadero.

Excepción No. 1: Los receptáculos instalados en espacios dedicados para electrodomésticos, tales como máquinas lavaplatos, trituradores de basura, refrigeradores, congeladores y equipo de lavandería.

Excepción No. 2: Los receptáculos sencillos para las conexiones interiores de las secciones de habitaciones expansibles.

Excepción No.3: Los receptáculos desenergizados que están a una distancia no mayor de 1.8 m (6 pies) de cualquier fregadero o lavamanos debido a la retracción de la sección de la habitación expansible.

(3) En el área ocupada por un servicio sanitario, ducha, tina o cualquier combinación de ellos.

(4) En el exterior del vehículo.

Excepción: No se exigirá que los receptáculos que estén ubicados en el interior de un panel de acceso, instalado fuera del vehículo para dar alimentación a un electrodoméstico instalado, tengan protección con un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

Se permitirá que la salida de receptáculo esté en una luminaria listada. No se deben instalar salidas de receptáculos en una tina o compartimiento combinado de tina y ducha.

(D) Posición hacia arriba. Los receptáculos no se deben instalar en la posición hacia arriba en los mostradores o mesones ni en ningún otro espacio horizontal similar en el área de la vivienda.

551.42 Circuitos ramales exigidos. Todos los vehículos recreativos que tengan un sistema eléctrico de corriente alterna deben tener una de las disposiciones de circuitos que se indican en las secciones 551.42 (A) hasta (D).

(A) Un circuito de 15 amperios. Un circuito de 15 amperios para alimentar el alumbrado, las salidas para receptáculos y los electrodomésticos fijos. Dichos vehículos recreativos deben estar equipados con un interruptor y fusible de 15 amperios o un interruptor automático de 15 amperios.

(B) Un circuito de 20 amperios. Un circuito de 20 amperios para alimentar el alumbrado, las salidas para receptáculos y los electrodomésticos fijos. Dichos vehículos recreativos deben estar equipados con un interruptor y fusible de 20 amperios o un interruptor automático de 20 amperios.

(C) De dos a cinco circuitos de 15 ó 20 amperios. Se permitirá un máximo de cinco circuitos de 15 ó 20 amperios para la alimentación del alumbrado, las salidas para receptáculos y los electrodomésticos fijos. Se permitirá que dichos vehículos recreativos estén equipados con un panel de distribución para 120 voltios nominales máximo o 120/240 voltios nominales máximo y estén listados para aplicaciones de 30 amperios alimentadas por ensambles de alimentación adecuados. En tales sistemas no debe haber instalados más de dos electrodomésticos de 120 voltios controlados por termostato (por ejemplo, un acondicionador de aire y un calentador de agua), a menos que se utilicen seccionadores, sistemas de administración de energía o métodos similares.

Excepción: Se permitirán circuitos adicionales de 15 ó 20 amperios cuando en la instalación haya un sistema listado de administración de energía con valor nominal máximo de 30 amperios.

NOTA: Con respecto a las cargas permisibles, véase la sección 210.23 (A). Con respecto a los requisitos de desconexión de la red y protección contra sobrecorriente, véase la sección 551.45 (C).

(D) Más de cinco circuitos sin un sistema listado de administración de energía. Cuando se empleen seis o más circuitos, se debe usar un ensamble de fuente de alimentación para 120/208-240 voltios y 50 amperios y un panel de distribución con valor nominal mínimo de 50 amperios. La distribución de cargas debe asegurar un equilibrio de corriente razonable entre las fases.

551.43 Protección de los circuitos ramales.

(A) Valor nominal. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben tener un valor nominal:

(1) No superior a la de los conductores del circuito.

(2) No superior al 150 por ciento del valor nominal de un solo electrodoméstico de 13.3 amperios nominales o más y alimentado por un circuito ramal individual, pero

(3) No superior a la corriente nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente marcada en un electrodoméstico de aire acondicionado o cualquier otro electrodoméstico operado a motor.

(B) Protección de los conductores más pequeños. Se permitirá instalar un fusible o interruptor automático de 20 amperios para la protección de accesorios, incluyendo luminarias, puntas de conductores, cordones o electrodomésticos pequeños, y los conductores de derivación calibre 14 AWG, de no más de 1.8 m (6 pies) de longitud, para luminarias empotradas.

(C) Receptáculo de 15 amperios considerado como protegido por un dispositivo de 20 amperios. Si hay más de un receptáculo o carga conectados al circuito ramal, se permitirá que el receptáculo de 15 amperios esté protegido por un fusible o interruptor automático de 20 amperios.

551.44 Ensamble de fuente de alimentación. Cada vehículo recreativo debe tener sólo uno de los ensambles de fuente de alimentación tratados en las secciones 551.44 (A) hasta (D).

(A) Ensamble de fuente de alimentación principal de 15 amperios. Los vehículos recreativos alambrados de acuerdo con la sección 551.42 (A) deben usar un ensamble listado de fuente de alimentación principal de 15 amperios o más.

(B) Ensamble de fuente de alimentación principal de 20 amperios. Los vehículos recreativos alambrados de acuerdo con la sección 551.42 (B) deben usar un ensamble listado de fuente de alimentación principal de 20 amperios o más.

(C) Ensamble de fuente de alimentación principal de 30 amperios. Los vehículos recreativos alambrados de acuerdo con la sección 551.42 (C) deben usar un ensamble listado de fuente de alimentación principal de 30 amperios o más.

(D) Ensamble de fuente de alimentación de 50 amperios. Los vehículos recreativos alambrados de acuerdo con la sección 551.42 (D) deben usar un ensamble listado de fuente de alimentación principal de 50 amperios 120/208-240 voltios.

551.45 Panel de distribución.

(A) Listado y valor nominal adecuado. Se debe usar un panel de distribución listado y del valor nominal adecuado u otro equipo específicamente listado para ese uso. La barra de terminación del conductor puesto a tierra debe estar aislada del gabinete, como establece la sección 551.54(C). Dentro del gabinete del panel de distribución se debe instalar una barra para los terminales de puesta a tierra de los equipos.

(B) Ubicación. El panel de distribución debe estar instalado en un lugar fácilmente accesible con el VR (Vehículo Recreativo) en el modo de configuración. El espacio de trabajo para el panel de distribución con el VR en el modo de configuración no debe ser inferior a 600 mm (24 pulgadas) de ancho por 750 mm (30 pulgadas) de fondo.

Excepción No. 1: Cuando la tapa del panel de distribución esté expuesta a un pasillo interior, se permitirá que una de las dimensiones del espacio de trabajo se reduzca a un mínimo de 550 mm (22 pulgadas). Un panel de distribución se considera expuesto cuando su tapa queda a una distancia no mayor de 50 mm (2

pulgadas) de la superficie terminada del pasillo.

Excepción No.2: Se permitirá que las puertas de acceso al compartimiento de un generador tengan un sistema de cerradura.

(C) Tipo de frente muerto. El panel de distribución debe ser del tipo de frente muerto y debe estar compuesto por uno o más interruptores automáticos o portafusibles del Tipo S. Cuando se utilicen fusibles o más de dos interruptores automáticos, debe instalarse un medio principal de desconexión. Cuando se usen más de dos circuitos ramales, debe instalarse un dispositivo principal de protección contra sobrecorriente que no exceda del valor nominal del ensamble de la fuente de alimentación.

551.46 Medios para la conexión a la fuente de alimentación.

(A) Ensamble. El ensamble o ensambles de la fuente de alimentación se debe(n) suministrar o instalar en fábrica, y debe(n) ser de uno de los tipos que se especifican aquí.

(1) Separable. Cuando se suministre un ensamble de fuente de alimentación separable, compuesto por un cordón con un conector hembra y una clavija moldeada de conexión, el vehículo debe estar equipado con una entrada de superficie bridada, montada en forma permanente (clavija de conexión macho del tipo empotrada, para base de motor), alambrada directamente al panel de distribución mediante un método de alambrado aprobado. La clavija de conexión debe ser de un tipo listado.

(2) Conectado permanentemente. Cada ensamble de fuente de alimentación debe estar conectado directamente a los terminales del panel de distribución o conductores dentro de una caja de empalme, y estar equipado con medios para evitar que la tensión mecánica sea transmitida a los terminales. La ampacidad de los conductores entre cada caja de empalme y los terminales de cada panel de distribución, debe ser como mínimo igual a la ampacidad del cordón de alimentación. El extremo de alimentación del ensamble debe estar equipado con una clavija de conexión del tipo descrito en la sección 551.46 (C). Cuando el cordón pase a través de paredes o pisos, se debe proteger por medio de conduit y adaptadors, o su equivalente. El conjunto del cordón debe estar protegido permanentemente contra la corrosión y los daños mecánicos mientras el vehículo esté en tránsito.

(B) Cordón. La longitud útil del cordón expuesto se debe medir desde el punto de entrada al vehículo recreativo o desde la cara de la entrada de superficie bridada (clavija de conexión para base de motor) hasta la cara de la clavija de conexión en el extremo de alimentación.

La longitud útil del cordón expuesto, medida hasta el punto de entrada en el exterior del vehículo, debe ser de 7.5 m (25 pies) como mínimo, cuando el punto de entrada esté en un lateral del vehículo, o de 9.0 m (30 pies) como mínimo, cuando el punto de entrada esté en la parte trasera del vehículo.

Cuando la entrada del cordón al vehículo esté a más de 900 mm (3 pies) sobre el suelo, la longitud mínima del cordón se debe aumentar en la distancia vertical de la altura de la entrada del cordón por encima de los 900 mm (3 pies).

NOTA: Véase la sección 551.46 (E).

(C) Clavijas de conexión.

(1) Unidades con un circuito ramal de 15 amperios. Los vehículos recreativos que tengan sólo un circuito ramal de 15 amperios, tal como lo permite la sección 551.42 (A) deben tener una clavija de conexión de dos polos y tres hilos, del tipo con polo a tierra, con valor nominal para 125 voltios y 15 amperios, con la configuración indicada en la Figura 551.46 (C).

NOTA: Para detalles completos sobre esta configuración, véase la norma ANSI/NEMA WD 6-2002, Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacles, Figura 5.15, de la National Electrical Manufacturers Association.

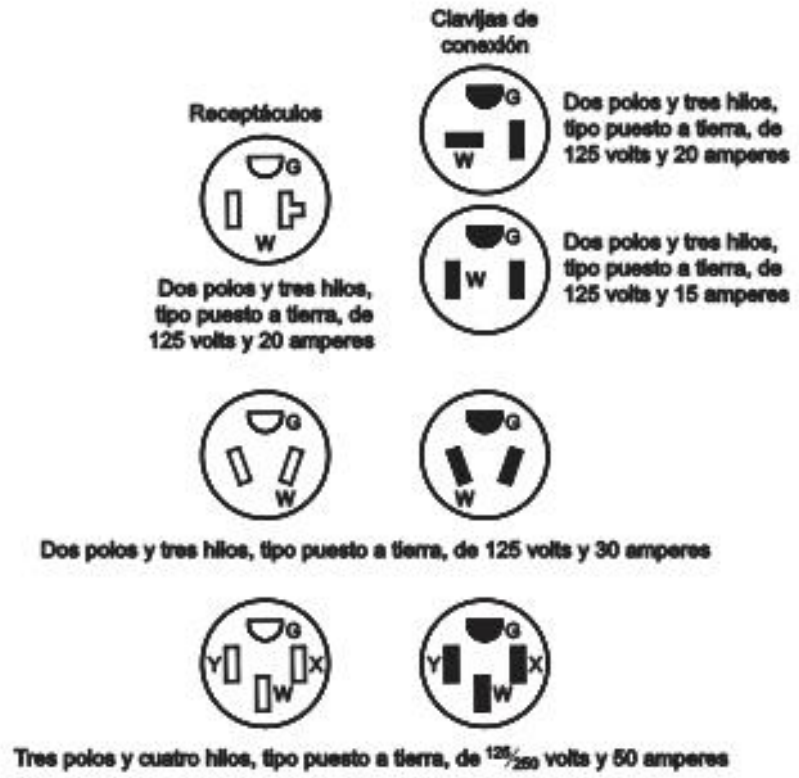


Figura 551.46 (C). Configuraciones de receptáculos y clavijas de conexión del tipo puesta a tierra, utilizadas con los cordones de alimentación de los vehículos recreativos y en los lotes para vehículos recreativos.

(2) Unidades con un circuito ramal de 20 amperios. Los vehículos recreativos que tengan sólo un circuito ramal de 20 amperios, tal como lo permite la sección 551.42(B), deben tener una clavija de conexión de dos polos y tres hilos, del tipo con polo a tierra, con valor nominal para 125 voltios y 20 amperios con la configuración indicada en la Figura 551.46 (C).

NOTA: Para detalles completos sobre esta configuración, véase la norma ANSI/NEMA WD 6-2002, Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacles, Figura 5.20, de la National Electrical Manufacturers Association.

(3) Unidades con dos a cinco circuitos ramales de 15 ó 20 amperios. Los vehículos recreativos alambrados de acuerdo con la sección 551.42 (C) deben tener una clavija de conexión de dos polos y

tres hilos, con polo a tierra, con valor nominal para 125 voltios y 30 amperios, con la configuración indicada en la Figura 551.46 (C), prevista para su uso con unidades de 30 amperios y 125 voltios nominales.

> **NOTA**: Para detalles completos sobre esta configuración, véase la norma ANSI/NEMA WD 6-2002, Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacles, Figura TT, de la National Electrical Manufacturers Association.

(4) Unidades con ensamble de fuente de alimentación de 50 amperios. Los vehículos recreativos que tengan un ensamble de fuente de alimentación de 50 amperios, como lo permite la sección 551.42 (D) deben tener una clavija de conexión de tres polos y cuatro hilos, tipo de puesta a tierra, de 125/250 voltios y 50 amperios, con la configuración indicada en la Figura 551.46(C).

> **NOTA**: Para detalles completos sobre esta configuración, véase la norma ANSI/NEMA WD 6-2002, Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacles, Figura 14.50, de la National Electrical Manufacturers Association.

(D) Etiquetado en la entrada eléctrica. Todos los vehículos recreativos deben tener permanentemente instalado en su cubierta externa, en el punto de entrada del cordón o cordones de alimentación o cerca de él, una etiqueta de 75 mm x 45 mm (3 pulgadas x 1 ¾ de pulgada) como mínimo, y de un espesor no inferior a 0.51 mm (0.020 pulgadas), hecho de bronce, acero inoxidable o aluminio anodizado o alclad u otro material adecuado [por ejemplo de plástico laminado de 0.13 mm (0.005 pulgadas) de espesor], mediante grabado, estampado o gofrado, con una de las siguientes inscripciones, según corresponda:

"ESTA CONEXIÓN ES PARA UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE 110-125 VOLTIOS C.A., 60 HZ, ____ AMPERIOS"

o

"ESTA CONEXIÓN ES PARA UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE 208Y/120 VOLTIOS o 120/240 VOLTIOS C.A., 3 POLOS, 4 HILOS, 60 HZ, _____AMPERIOS"

En los espacios en blanco se deben marcar con la corriente nominal correcta en amperios.

(E) Ubicación. El punto de entrada del ensamble de la fuente de alimentación debe estar ubicado a una distancia no mayor de 4.5 m (15 pies) de la parte trasera, en el lado izquierdo (lado del camino) o en la parte trasera, a la izquierda del eje central longitudinal del vehículo, a una distancia no mayor de 450 mm (18 pulgadas) de la pared exterior.

> *Excepción No. 1: Se permitirá que un vehículo recreativo equipado con un solo sistema de drenaje flexible listado, o un sistema de drenaje con escape lateral, tenga el punto de entrada de la instalación eléctrica ubicado a cualquier lado, siempre que el drenaje o drenajes del sistema de plomería esté(n) ubicado(s) al mismo lado.*
>
> *Excepción No. 2: Se permitirá que un vehículo recreativo tenga el punto de entrada de la instalación eléctrica ubicado a más de 4.5 m (15 pies) de la parte posterior. En tal caso, las distancia más allá de 4.5 m (15 pies) se debe sumar a la longitud mínima del cordón especificada en la sección 551.46 (B).*

Excepción No. 3: Se permitirá que los vehículos recreativos diseñados para el transporte de ganado tengan el punto de entrada de la instalación eléctrica ubicado en cualquiera de los lados o en el frente.

551.47 Métodos de alambrado.

(A) Sistemas de alambrado. Se permitirán los cables y las canalizaciones instalados según los Artículos 320, 322, 330 hasta 340, 342 hasta 362, 386 y 388 de acuerdo con sus artículos aplicables, excepto que se especifique algo diferente en este artículo. Se debe instalar un medio para la puesta a tierra de equipos, según se establece en la sección 250.118.

(B) Conduit y tubería. Cuando los conduits metálicos rígidos o conduits metálicos intermedios terminen en un envolvente con una conexión con contratuerca y adaptadors, se deben instalar dos contratuercas, una por dentro del envolvente y otra por fuera. Todos los extremos cortados de los tubos y conduits se deben escariar o darles acabado de otro modo para eliminar los bordes ásperos.

(C) Cajas no metálicas. Se aceptarán cajas no metálicas sólo con cables con forro no metálico o con canalizaciones no metálicas.

(D) Cajas. En las paredes y cielos rasos de madera o de otro material combustible, las cajas y accesorios deben quedar a ras con la superficie de acabado o sobresalir de ella.

(E) Montaje. Las cajas en paredes y cielos rasos se deben montar de acuerdo con lo establecido en el Artículo 314.

Excepción No. 1: Se permitirán las cajas del tipo de montaje con resorte o las cajas equipadas con soportes especiales para paredes o cielos rasos, que fijen firmemente las cajas en las paredes o los cielos rasos.

Excepción No. 2: Se debe considerar como un medio adecuado para montar las cajas de salida, una lámina de madera, que brinde un soporte mínimo de 38 mm (1 ½ pulgada) alrededor de la caja, y de un espesor de 13 mm (½ pulgada) o mayor (real), unida directamente al panel de la pared.

(F) Continuidad del cable y la canalización. El recubrimiento de los cables y las canalizaciones debe ser continuo entre las cajas y otros envolventes *(enclosures)*.

(G) Protección. Se permitirá que los cables con blindaje metálico, del Tipo AC o, con blindaje no metálico y la tubería eléctrica no metálica, pasen por el centro del lado ancho de las columnas de madera de 2 x 4. No obstante, deben protegerse cuando pasen por columnas de madera de 2 x 2, o por otras columnas o bastidores en donde el cable o tubería estén a menos de 32 mm (1 ¼ de pulgada) de la superficie interior o exterior. Para proteger el cable o tubería, se deben instalar láminas de acero a cada lado del cable o tubo, o un tubo de acero con espesor de pared no inferior a 1.35 mm (0.053 pulgadas). Esas láminas o tubos deben asegurarse firmemente en su sitio. Cuando los cables con recubrimiento no metálico pasen a través de ranuras o agujeros perforados, cortados o taladrados en partes metálicas, antes de instalar el cable, éste se debe proteger por medio de adaptadors o anillos protectores asegurados firmemente a la abertura.

(H) Curvas. Ninguna curva debe tener un radio inferior a cinco veces el diámetro del cable.

(I) Soportes de los cables. Cuando los cables estén conectados con conectores o abrazaderas, se

deben soportar a una distancia no mayor de 300 mm (12 pulgadas) de las cajas de las salidas, de los paneles de distribución y de las cajas de empalmes en los electrodomésticos. En los demás lugares, se deben proporcionar soportes cada 1.4 m (4 ½ pies).

(J) Cajas no metálicas sin abrazaderas para cables. Los cables con forro no metálico se deben soportar a una distancia no mayor de 200 mm (8 pulgadas) de una caja no metálica de salida y sin abrazaderas para el cable. Cuando se utilicen dispositivos de alambrado con envolventes *(enclosures)* integrales que lleven un bucle de cable extra para permitir el reemplazo del dispositivo en el futuro, se debe considerar que el bucle de cable forma parte integral del dispositivo.

(K) Daños físicos. Cuando estén sometidos a daños físicos, los cables con recubrimientos no metálicos expuestos deben estar protegidos por cubiertas, tiras protectoras, canalizaciones u otros medios.

(L) Placas frontales metálicas. Las placas frontales metálicas deben ser de metal ferroso de un espesor no inferior a 0.76 mm (0.030 pulgadas) o de metal no ferroso con un espesor no inferior a 1.0 mm (0.040 pulgadas). Las placas frontales no metálicas deben estar listadas.

(M) Placas frontales metálicas puestas a tierra. Cuando se utilicen placas frontales metálicas, deben estar puestas a tierra.

(N) Humedad o daños físicos. Cuando el alambrado exterior o bajo el chasis sea de 120 voltios nominales o más y esté expuesto a la humedad o a daños físicos, el alambrado se debe proteger mediante conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, tubería eléctrica metálica, conduit rígido no metálico o en un cable del tipo MI que esté encaminado estrechamente contra los bastidores y envolventes *(enclosures)* de los equipos, o por medio de otras canalizaciones o cables identificados para esa aplicación.

(O) Interconexión de los componentes. Los accesorios y conectores previstos para quedar ocultos en el momento del ensamble, deben estar listados e identificados para la interconexión de las partes del edificio. Tales accesorios y conectores deben ser iguales al método de alambrado empleado, en cuanto a aislamiento, aumento de temperatura y resistencia a la corriente de falla y deben ser capaces de soportar las vibraciones y golpes originados por el movimiento del vehículo recreativo.

(P) Métodos de conexión de las unidades expansibles. El método de conexión de las unidades expansibles al cuerpo principal del vehículo debe cumplir con la sección 551.47 (P) (1) o (P) (2).

(1) Conexión con cordón y clavija. Las conexiones con cordón y clavija deben cumplir los literales (a) hasta (d).

(a) Se permitirá que la parte de un circuito ramal instalada en una unidad expansible se conecte a la parte del circuito ramal instalado en el cuerpo principal del vehículo, por medio de cordón y clavija de conexión listados para uso pesado. El cordón y sus conexiones deben cumplir todas las disposiciones del Artículo 400 y su uso se debe considerar como permitido de acuerdo con lo establecido en la sección 400.7. Cuando la clavija de conexión y el cordón estén ubicados en el interior del vehículo, se permitirá el uso de un cordón paralelo de plástico termofijo o de elastómero de los Tipos SPT-3, SP-3 o SPE.

(b) Si el receptáculo suministrado para la conexión del cordón al circuito principal está ubicado por fuera del vehículo, debe tener un interruptor de circuito contra fallas

a tierra, para la protección de las personas, y debe estar listado para lugares mojados. Los cordones ubicados en el exterior de un vehículo deben estar identificados para uso en exteriores.

(c) A menos que sea desmontable o esté almacenado dentro del vehículo, el ensamble del cordón debe estar protegido permanentemente contra la corrosión y los daños mecánicos mientras el vehículo esté en tránsito.

(d) La clavija de conexión y el cordón deben estar instalados de modo que las terminales vivas de las clavijas no queden expuestas.

(2) Alambrado directo. Se permitirá que la parte de un circuito ramal instalada en una unidad expansible se conecte a la parte del circuito ramal instalado en el cuerpo principal del vehículo, por medio de un cordón flexible instalado de acuerdo con las secciones 551.47 (P) (2) (a) hasta (P) (2) (e) o por otro método de alambrado aprobado.

(a) El cordón flexible debe estar listado para uso pesado y en lugares mojados.

(b) Se permitirá que el cordón flexible esté expuesto en la parte inferior del vehículo.

(c) Se permitirá que el cordón flexible pase a través del interior de una pared o un ensamble de piso o ambos, en una longitud oculta máxima de 600 mm (24 pulgadas) antes de terminar en la caja de empalme o de salida.

(d) Cuando esté oculto, el cordón flexible se debe instalar en conduit o tubería no flexibles, que sean continuos desde la caja de salida o de empalme dentro del vehículo recreativo hasta una caja de salida, una caja de empalme o un accesorio de alivio de tensión mecánica, todos ellos a prueba de intemperie y listados para su uso en lugares mojados, ubicados en la parte inferior del vehículo. La chaqueta exterior del cordón flexible debe ser continua dentro de la caja de salida o empalme.

(e) Cuando el cordón flexible pase a través del piso hasta un área expuesta dentro del vehículo recreativo, se debe proteger por medio de conduit y adaptadors o un medio equivalente.

Cuando esté sometido a daños físicos, el cordón flexible se debe proteger con RMC (conduit metálico rígido), IMC (conduit metálico intermedio), PVC SCH 80 u otro medio aprobado y se debe prolongar por lo menos 150 mm (6 pulgadas) por encima del piso. Se debe suministrar un medio para asegurar el cordón flexible en el sitio donde entra al vehículo recreativo.

(Q) Prealambrado para la instalación de aire acondicionado. El prealambrado instalado para facilitar la futura instalación de aire acondicionado, debe cumplir las siguientes disposiciones y las demás de este artículo que sean aplicables.

(1) En el panel de distribución se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor nominal compatible con los conductores del circuito y con las conexiones del alambrado terminadas.

(2) El extremo de carga del circuito debe terminar en una caja de empalme con

una tapa ciega u otro gabinete listado. Cuando se utilice una caja de empalme con tapa ciega, los extremos libres de los conductores se deben aislar o cubrir con cinta adecuadamente.

(3) Cerca de la caja de empalme o sobre ella se debe colocar una etiqueta permanente, de acuerdo con la sección 551.46 (D), con la siguiente inscripción:

"CIRCUITO DE AIRE ACONDICIONADO.
ESTA CONEXIÓN ES PARA EQUIPOS DE AIRE
ACONDICIONADO DE 110-125 VOLTIOS C.A.,
60 HZ Y _____AMPERIOS MÁXIMO.
NO SOBREPASAR EL VALOR
NOMINAL DEL CIRCUITO"

En el espacio en blanco se debe marcar un valor nominal en amperios que no exceda el 80 por ciento del valor nominal de corriente del circuito.

(4) El circuito no debe servir para ningún otro propósito.

(R) Prealambrado para la instalación de generadores. El prealambrado instalado con el propósito de facilitar la futura conexión de generadores, debe cumplir las siguientes disposiciones y las demás de este artículo que les sean aplicables:

(1) Los conductores del circuito deben estar dimensionados adecuadamente para la carga prevista y deben estar protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente de acuerdo con su ampacidad. Cuando el generador suministra protección contra sobre corriente para los conductores, no se exigirá protección adicional contra sobrecorriente.

(2) Cuando se utilicen cajas de empalme en el origen o en los puntos terminales del circuito, los extremos libres de los conductores se deben aislar o cubrir con cinta adecuadamente.

(3) Cuando se instalen dispositivos tales como salidas para receptáculos, interruptores de transferencia, etc., su instalación debe quedar completa, incluidas las conexiones de los conductores del circuito. Todos los dispositivos deben estar listados y deben tener valor nominal adecuado.

(4) En la cubierta de cada caja de empalme que contenga circuitería incompleta se debe colocar una etiqueta, conforme con la sección 551.46 (D) con la siguiente información, de las dos la que sea apropiada:

INSTALAR ÚNICAMENTE UN GENERADOR
LISTADO ESPECÍFICAMENTE
PARA USO EN VR CIRCUITO DEL GENERADOR.
ESTA CONEXIÓN ES PARA GENERADORES
DE 110-125 VOLTIOS C.A.,
60 HZ, _____AMPERIOS MÁXIMO.

o

INSTALAR ÚNICAMENTE UN GENERADOR
LISTADO ESPECÍFICAMENTE
PARA USO VR CIRCUITO DEL GENERADOR.
ESTA CONEXIÓN ES PARA GENERADORES
DE 120/240 VOLTIOS C.A.,
60 HZ,____ AMPERIOS MÁXIMO

En los espacios en blanco se debe marcar claramente el valor nominal de los amperios correctos.

(S) Prealambrado para otros circuitos. El prealambrado instalado con el fin de instalar otros electrodomésticos o dispositivos debe cumplir las partes aplicables de este artículo y las siguientes:

(1) En el panel de distribución se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor nominal compatible con los conductores del circuito y con las conexiones del alambrado terminadas.

(2) El extremo de carga del circuito debe terminar en una caja de empalme con tapa ciega o un dispositivo listado para este propósito. Cuando se utilice una caja de empalme con tapa ciega, los extremos libres de los conductores se deben aislar o cubrir con cinta adecuadamente.

(3) En la caja de unión o adyacente a ella o al dispositivo listado para el propósito se debe colocar una etiqueta, conforme con la sección 551.46 (D) con la siguiente información:

ESTA CONEXIÓN ES PARA _____ CON
CAPACIDAD NOMINAL DE _____ VOLTIOS
C.A., 60 HZ, _____ AMPERIOS MÁXIMO.
NO EXCEDER EL VALOR NOMINAL
DEL CIRCUITO.
UN VALOR NOMINAL EN AMPERIOS
QUE NO EXCEDA DEL 80 POR CIENTO
DEL VALOR NOMINAL DEL CIRCUITO
DEBE ESTAR MARCADO DE MANERA
LEGIBLE EN EL ESPACIO EN BLANCO

551.48 Conductores y cajas. El número máximo de conductores permitidos en las cajas debe cumplir lo establecido en la sección 314.16.

551.49 Conductores puestos a tierra. La identificación de los conductores puestos a tierra se debe hacer según lo establecido en la sección 200.6.

551.50 Conexión de terminales y empalmes. Los empalmes y las conexiones de los conductores con los terminales deben cumplir lo establecido en la sección 110.14.

551.51 Interruptores.

(A) Valor nominal. Los interruptores deben tener un valor nominal acorde con las secciones 551.51 (A) (1) y (A) (2).

(1) Circuitos de alumbrado. Para los circuitos de alumbrado, los interruptores no deben tener un valor de menos de 10 amperios y 120-125 voltios nominales y en ningún caso inferior a la carga conectada.

(2) Motores u otras cargas. Los interruptores para motores u otras cargas deben cumplir con las disposiciones de la sección 404.14.

(B) Ubicación. Los interruptores no se deben instalar dentro de lugares mojados en los espacios para duchas o bañeras, a menos que se instalen como parte de un ensamble listado para ducha o bañera.

551.52 Receptáculos. Todas las salidas para receptáculos deben ser del tipo puesta a tierra y deben estar instalados de acuerdo con las secciones 406.3 y 210.21.

551.53 Luminarias.

(A) Generalidades. Cualquier acabado combustible de paredes o techos que esté expuesto entre el borde de un platillo o bandeja ornamental para luminaria y la caja de salida, debe estar cubierto con un material no combustible o un material identificado para ese uso.

(B) Luminarias en duchas. Si se instala una luminaria sobre una tina o en el sitio de una ducha, debe ser del tipo cerrado con empaquetadura, listada para ese tipo de instalación y debe estar protegida con un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

(C) Salidas, luminarias, equipos de aire acondicionado y otros, para exteriores. Todos los electrodomésticos y equipos para exteriores deben estar listados para ese tipo de uso.

551.54 Puesta a tierra. (Para la unión de las partes metálicas no portadoras de corriente, véase también la sección 551.56).

(A) Puesta a tierra de la fuente de alimentación. El conductor de puesta a tierra del cordón de alimentación o del alimentador se debe conectar a la barra conductora de puesta a tierra o a otro medio de puesta a tierra aprobado, en el panel de distribución.

(B) Panel de distribución. El panel de distribución debe tener una barra conductora de puesta a tierra con terminales suficientes para todos los conductores de puesta a tierra u otros medios aprobados de puesta a tierra.

(C) Conductor puesto a tierra aislado. El conductor del circuito puesto a tierra debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra de equipos, de los envolventes *(enclosures)* de los equipos y de otras partes puestas a tierra. Los terminales del conductor del circuito puesto a tierra en el panel de distribución y en las estufas, secadoras de ropa, unidades de cocción montadas en mesones y hornos de pared, deben estar aislados de los envolventes *(enclosures)* de los equipos. Los tornillos, correas o barras conductoras para la unión en el panel de distribución o en los electrodomésticos, se deben quitar y descartar. Las conexiones de las estufas y secadoras de ropa eléctricas que utilizan un conductor puesto a tierra, si se conectan con cordón, se deben conectar

con un cordón de cuatro conductores y clavijas y envolventes *(enclosures)* con polo a tierra de tres polos y cuatro hilos.

551.55 Puesta a tierra de los equipos interiores.

(A) Partes metálicas expuestas. En el sistema eléctrico, todas las partes metálicas expuestas, envolventes *(enclosures)*, bastidores, tapas ornamentales de las luminarias, etc., se deben unir y de manera eficaz a los terminales de puesta a tierra o al envolvente *(enclosures)* del panel de distribución.

(B) Conductores de puesta a tierra y unión de los equipos. Como conductores de puesta a tierra o unión de los equipos se deben utilizar únicamente: alambres desnudos o alambres aislados con un acabado exterior de color verde o de color verde con una o más bandas amarillas.

(C) Puesta a tierra de los equipos eléctricos. La puesta a tierra de los equipos eléctricos se debe llevar a cabo por uno o más de los siguientes métodos:

(1) Conexión de la canalización metálica, el forro de los cables de los Tipos MC y MI, cuando dicho forro esté identificado para puesta a tierra, o la armadura de los cables del Tipo AC, a los gabinetes metálicos.

(2) Conexión entre uno o más de los conductores de puesta a tierra de los equipos y un gabinete metálico por medio de un tornillo de puesta a tierra que no se debe usar para ningún otro propósito, o por medio de un dispositivo listado de puesta a tierra.

(3) Se permitirá asegurar el conductor de puesta a tierra de equipos en un cable con forro no metálico, con un tornillo roscado en la tapa ornamental de la luminaria, que no sea un tornillo de montaje o de la cubierta, o asegurarlo a un medio listado de puesta a tierra (placa) en una caja no metálica de salida para montaje de luminarias [también se permitirán medios de puesta a tierra para los tornillos de fijación de las luminarias.]

(D) Conexión de puesta a tierra en cajas no metálicas. Una conexión entre uno o más de los conductores de puesta a tierra que entren en una caja no metálica de salida, se debe disponer de tal modo que se pueda hacer una conexión a cualquier accesorio o dispositivo en esa caja que se deba poner a tierra.

(E) Continuidad de la puesta a tierra. Cuando más de un conductor de puesta a tierra de equipos o de unión de un circuito ramal entre a una caja, todos ellos deben hacer buen contacto eléctrico entre sí, y la conexión debe ser tal que la desconexión o desmontaje de cualquier receptáculo, luminaria u otro dispositivo alimentado desde la caja, no interfiera ni interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

(F) Electrodomésticos conectados con cordón. Los electrodomésticos conectados con cordón, tales como las lavadoras y secadoras de ropa, los refrigeradores, el sistema eléctrico de estufas a gas, etc., se deben poner a tierra mediante un cordón aprobado con conductor de puesta a tierra de equipos y clavija de conexión del tipo con polo a tierra.

551.56 Unión de las partes metálicas no portadoras de corriente.

(A) Unión exigida. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente que se puedan

llegar a energizar deben estar unidas en forma efectiva al terminal de puesta a tierra o al gabinete del panel de distribución.

(B) Unión del chasís. Se debe conectar un conductor de unión entre cualquier panel de distribución y un terminal accesible en el chasis. Para la unión no se deben usar conductores de aluminio o de aluminio recubierto de cobre, si dichos conductores o sus terminales están expuestos a elementos corrosivos.

> *Excepción: Debe considerarse como unido cualquier vehículo recreativo que emplee una construcción de bastidor de chasis metálico unitario al cual esté sujetado firmemente el panel de distribución mediante tornillo(s) y tuerca(s), o soldado o remachado.*

(C) Requisitos del conductor de unión. Los terminales de puesta a tierra deben ser del tipo sin soldadura y listados como conectores terminales de presión y reconocidos para el calibre de los conductores usados. El conductor de unión debe ser de cobre sólido o trenzado, aislado o desnudo y de calibre mínimo 8 AWG, o igual.

(D) Unión de techos metálicos y recubrimientos exteriores. Los techos y recubrimientos metálicos exteriores se deben considerar unidos cuando se cumplen las dos condiciones siguientes:

> (1) Los paneles metálicos se traslapan unos con otros y están fijos firmemente a las partes de madera o de metal del bastidor, mediante elementos metálicos de sujeción.
>
> (2) El panel inferior de la cubierta exterior metálica está asegurado por elementos metálicos de sujeción a cada travesaño del chasis, o está conectado al chasis por medio de una correa metálica.

(E) Unión de tuberías de agua, de gas y de desagüe. Se debe considerar que las tuberías de agua, gas y desagüe están puestas a tierra si están unidas al chasis.

(F) Unión de hornos y de los ductos metálicos para aire. Los hornos y los ductos metálicos de aire circulante se deben unir.

551.57 Sujeción y accesibilidad de los electrodomésticos. Todos los electrodomésticos deben ser accesibles para su inspección, servicio, reparación y reemplazo sin tener que retirar partes de la construcción permanente. Se deben proporcionar medios para fijar firmemente los electrodomésticos en su sitio cuando el vehículo recreativo está en tránsito.

V. Pruebas en fábrica

551.60 Pruebas en fábrica (eléctricos). Cada vehículo recreativo diseñado con un sistema eléctrico de 120 voltios o 120/240 voltios debe soportar el potencial aplicado sin que falle el aislamiento eléctrico, en una prueba de resistencia dieléctrica a 900 voltios c.a. o 1 280 voltios c.c. durante 1 minuto, o una prueba de resistencia dieléctrica a 1 080 voltios c.a. o 1 530 voltios c.c. durante 1 segundo, con todos los interruptores cerrados, entre los conductores puestos y no puestos a tierra y la tierra del vehículo recreativo. Durante la prueba, todos los interruptores y otros controles deben estar en la posición de encendido ("ON"). No se exigirá que los accesorios,

incluyendo las luminarias y los electrodomésticos instalados permanentemente resistan esta prueba. La prueba se debe realizar una vez los circuitos ramales estén completos, antes de energizar el sistema y de nuevo después de asegurar toda la ebanistería y las cubiertas exteriores.

Cada vehículo recreativo debe someterse a lo siguiente:

(1) Una prueba de continuidad para asegurar que todas las partes metálicas están adecuadamente unidas.

(2) Pruebas operacionales para comprobar que todos los equipos están conectados adecuadamente y funcionan bien.

(3) Verificación de polaridad, para determinar si las conexiones han sido hechas correctamente.

(4) Prueba GFCI para demostrar que el(los) dispositivo(s) de protección contra fallas a tierra instalados en el vehículo recreativo funciona correctamente.

VI. Estacionamientos para vehículos recreativos

551.71 Tipos de receptáculos suministrados. Todos los lugares para vehículos recreativos con alimentación eléctrica deben estar equipados como mínimo con un receptáculo de 20 amperios, a 125 voltios. Un mínimo del 20 por ciento de todos los lugares para vehículos recreativos con alimentación eléctrica deben estar equipados con un receptáculo de 50 amperios, a 125/250 voltios, con la configuración identificada en la Figura 551.46(C). Para estas alimentaciones eléctricas se permitirá incluir receptáculos adicionales que tengan configuraciones de acuerdo con la sección 551.81. Un mínimo del 70 por ciento de todos los lugares para vehículos recreativos con alimentación eléctrica debe estar equipado con un receptáculo de 30 amperios, a 125 voltios, con la configuración como se indica en la Figura 551.46(C). Se permitirá que esta alimentación incluya receptáculos adicionales con configuraciones como las indicadas en la sección 551.81. El resto de los lugares para vehículos recreativos con instalación eléctrica deben estar equipados con una o más receptáculos con configuraciones como las indicadas en la sección 551.81. Cuando se determine el porcentaje de lugares para vehículos recreativos con receptáculos de 30 ó 50 amperios, se permitirá excluir los lugares dedicados a unidades de camping con una alimentación eléctrica de 15 ó 20 amperios.

Dentro del estacionamiento para vehículos recreativos se permitirá que haya receptáculos adicionales para la conexión de equipos eléctricos externos a los propios vehículos.

Todos los receptáculos monofásicos de 15 y 20 amperios, a 125 voltios deben tener un interruptor de circuito contra fallas a tierra listado, para la protección de las personas.

NOTA: El porcentaje de lugares con alimentación de 50 amperios exigido en la sección 551.71 puede no ser adecuado para sitios de vehículos recreativos de temporadas, los cuales atienden un más alto porcentaje de vehículos recreativos con sistemas eléctricos de 50 amperios. En ese tipo de estacionamientos para vehículos recreativos, el porcentaje de sitios con 50 amperios podría aproximarse al 100 por ciento.

551.72 Sistemas de distribución. Los receptáculos con valor nominal de 50 amperios se deben alimentar desde un circuito ramal con valor nominal y la clase de tensión del receptáculo. Se permitirá que otros lugares para vehículos recreativos con receptáculos de 125 voltios de 20 y 30 amperios se deriven de cualquier sistema de distribución puesto a tierra que suministre alimentación monofásica de 120 voltios. Los conductores del neutro no se deben reducir en calibre por debajo del calibre de los conductores no puestos a tierra para la distribución del lugar. Se permitirá que los conductores del neutro tengan un calibre reducido por debajo del calibre mínimo requerido de los conductores no puestos a tierra, solamente para las cargas conectadas permanentemente de línea a línea, 240 voltios.

551.73 Cálculo de las cargas

(A) Base de los cálculos. La acometida eléctrica y los alimentadores se deben calcular con base en no menos de 9600 volt-amperios por cada lugar equipado con instalaciones de alimentación de 50 amperios y 208Y/120 ó 120/240 voltios; 3600 volt-amperios por cada lugar equipado con instalaciones de alimentación de 20 y de 30 amperios; 2400 volt-amperios por cada lugar equipado solamente con instalaciones de alimentación de 20 amperios y 600 volt-amperios por cada lugar equipado solamente con instalaciones de alimentación de 20 amperios, dedicadas a lugares para unidades de camping. Los factores de demanda de la Tabla 551.73 deben ser los factores de demanda mínimos permisibles que se deben permitir al calcular las cargas de los alimentadores y de las acometidas. Cuando la alimentación eléctrica para un lugar para vehículos recreativos tenga más de un receptáculo, sólo se debe calcular la carga correspondiente al receptáculo con valor nominal más alto.

Cuando la alimentación eléctrica esté en un lugar que sirva a dos vehículos recreativos, el equipo para ambos lugares debe cumplir lo indicado en la sección 551.77 y la carga calculada sólo se debe determinar para los dos receptáculos con valor nominal más alto.

(B) Transformadores y paneles secundarios de distribución. Para los efectos de este Código, cuando la acometida del estacionamiento para vehículos recreativos excede los 240 voltios, los transformadores y paneles secundarios de distribución se deben considerar como acometidas.

(C) Factores de demanda. El factor de demanda para un número dado de lugares se debe aplicar a todos los lugares indicados. Por ejemplo, 20 lugares calculados al 45 por ciento de 3600 volt-amperios dan como resultado una demanda permisible de 1620 volt-amperios por lugar, o un total de 32400 volt-amperios para los 20 lugares.

> **NOTA**: Estos factores de demanda pueden resultar inadecuados en zonas de frío o calor extremos con circuitos cargados para calefacción o aire acondicionado.

(D) Capacidad del circuito alimentador. Los conductores del circuito del alimentador de un lugar para vehículos recreativos deben tener una ampacidad no inferior a las cargas alimentadas y deben tener un valor nominal no inferior a 30 amperios. Los conductores del neutro deben tener una ampacidad no inferior a la de los conductores no puestos a tierra.

Tabla 551.73 Factores de demanda para los alimentadores y conductores de entrada de la acometida del lugar para los lugares de estacionamiento.

Número de lugares para vehículos recreativos	Factor de demanda (%)
1	100
2	90
3	80
4	75
5	65
6	60
7-9	55
10-12	50
13-15	48
16-18	47
19-21	45
22-24	43
25-35	42
36 y en adelante	41

NOTA: Debido a la gran longitud de los circuitos típicos de la mayoría de estacionamientos para vehículos recreativos, los calibres de los conductores de los alimentadores encontrados en las tablas de ampacidad del Artículo 310 pueden resultar inadecuados para mantener la regulación de tensión sugerida en la NOTA de la sección 210.19. La caída total de tensión del circuito es la suma de las caídas de tensión de cada segmento en serie del circuito, cuando la carga para cada segmento se calcula usando la carga que ve ese segmento y los factores de demanda de la sección 551.73 (A).

Las cargas para otras instalaciones de recreación tales como edificios de servicios, edificios de recreación y piscinas, entre otros, se deben calcular separadamente y luego se deben sumar al valor calculado para los lugares para vehículos recreativos, cuando ellos son alimentados por una acometida común.

551.74 Protección contra sobrecorriente. Se debe suministrar protección contra sobrecorriente de acuerdo con lo establecido en el Artículo 240.

551.75 Puesta a tierra. Todos los equipos e instalaciones eléctricas de los estacionamientos de vehículos recreativos deben estar puestos a tierra según lo exige el Artículo 250.

551.76 Puesta a tierra de los equipos de alimentación de lugares para vehículos recreativos.

(A) Partes metálicas expuestas no portadoras de corriente. Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de los equipos fijos, cajas metálicas, gabinetes y accesorios que no estén conectados eléctricamente a equipos puestos a tierra, se deben poner a tierra mediante un conductor de puesta a tierra de equipos tendido junto con los conductores del circuito desde el equipo de la acometida o desde el transformador del sistema secundario de distribución. Los conductores

de puesta a tierra de equipos se deben dimensionar de acuerdo con la sección 250.122 y se permitirá empalmarlos por medios listados.
La instalación de las conexiones de puesta a tierra de los equipos debe ser tal que la desconexión o desmontaje de un receptáculo u otro dispositivo no interfiera ni interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

(B) Sistema secundario de distribución. Cada sistema secundario de distribución debe estar puesto a tierra en el transformador.

(C) Conductor puesto a tierra que no debe ser usado como tierra de equipos. El conductor puesto a tierra no se debe ser usado como conductor de puesta a tierra de equipos para los vehículos recreativos o para los equipos dentro de los estacionamientos para vehículos recreativos.

(D) Sin conexión en el lado de carga. El conductor puesto a tierra no se debe conectar a un electrodo de puesta a tierra en el lado de la carga del medio de desconexión de la acometida, excepto lo indicado en la sección 250.30(A) para sistemas derivados separadamente, y en la sección 250.32 (B), Excepción, para edificios separados.

551.77 Equipo de alimentación de los lugares para vehículos recreativos.

(A) Ubicación. Cuando se suministra en los lugares de parqueo en reversa, el equipo de alimentación eléctrica del lugar para un vehículo recreativo, debe estar ubicado al lado izquierdo del vehículo estacionado (lado del camino), en una línea que esté a 1.5 m a 2.1 m (5 pies a 7 pies) desde el borde izquierdo (lado del conductor del vehículo recreativo parqueado) del puesto de parqueo y debe estar ubicado en cualquier punto sobre esta línea desde la parte posterior del puesto de parqueo hasta 4.5 m (15 pies) adelante de la parte posterior de dicho puesto.

En los lugares para salida frontal, se permitirá que el equipo de alimentación eléctrica esté localizado en cualquier punto a lo largo de la línea que esté a 1.5 m a 2.1 m (5 pies a 7 pies) desde el borde izquierdo (lado del conductor del VR estacionamiento), desde 4.9 m (16 pies) adelante de la parte trasera del lugar de estacionamiento hasta el punto central entre los dos caminos que brindan acceso y salida de los lugares con salida frontal.

El borde izquierdo (lado del conductor de VR estacionado) debe estar marcado.

(B) Medios de desconexión. En el equipo de alimentación del puesto se debe instalar un seccionador o un interruptor automático, para desconectar la alimentación eléctrica al vehículo recreativo.

(C) Acceso. Todo el equipo de alimentación del lugar debe ser accesible por una entrada o corredor sin obstáculos, de no menos de 600 mm (2 pies) de ancho por 2.0 m (6 pies 6 pulgadas) de altura.

(D) Altura de montaje. El equipo de alimentación del lugar debe estar instalado a no menos de 600 mm (2 pies) y a máximo 2.0 m (6 pies 6 pulgadas) por encima del nivel del suelo.

(E) Espacio de trabajo. Se debe dejar y mantener espacio suficiente alrededor del equipo eléctrico, para permitir su operación fácil y segura, de acuerdo con la sección 110.26.

(F) Marcado. Cuando el equipo de alimentación del lugar contenga un receptáculo de 125/250 voltios, el equipo debe estar marcado como sigue: "Antes de insertar o retirar la clavija, apague

el seccionador o interruptor automático. La clavija debe ser completamente insertada o removida". Este marcado debe estar ubicado en el equipo, al lado de la salida de receptáculo.

551.78 Protección de equipos exteriores.

(A) En lugares mojados. Todos los interruptores, interruptores automáticos, receptáculos, equipos de control y dispositivos de medición ubicados en lugares mojados, deben ser a prueba de intemperie.

(B) Medidores. Si hay instalados medidores secundarios, las bases sin medidores instalados se deben cerrar con una placa ciega aprobada.

551.79 Distancia de los conductores aéreos. Los conductores a la vista hasta de 600 voltios nominales deben estar a una distancia vertical no inferior a 5.5 m (18 pies) y a una distancia horizontal no inferior a 900 mm (3 pies) en todas las áreas en las que haya movimiento de vehículos recreativos. En todas las otras áreas, estas distancias deben cumplir lo establecido en las secciones 225.18 y 225.19.

> **NOTA**: Para la distancia de los conductores de más de 600 voltios nominales, véanse las secciones 225.60 y 225.61.

551.80 Conductores subterráneos de acometida, del alimentador, de circuitos ramales y de circuitos de alimentadores para lugares de vehículos recreativos.

(A) Generalidades. Todos los conductores enterrados directamente, incluido el conductor de puesta a tierra de equipos, si son de aluminio, deben estar aislados e identificados para ese uso. Todos los conductores entre un equipo y otro deben ser continuos. Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer en cajas de empalme aprobadas, o con material listado e identificado para ese uso.

(B) Protección contra daños físicos. Los conductores y los cables enterrados directamente que entren o salgan de una zanja deben estar protegidos por conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, tubería eléctrica metálica con protección complementaria contra la corrosión, conduit rígido no metálico, conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, conduit metálico flexible hermético a los líquidos, u otras canalizaciones o envolventes *(enclosures)* aprobados.

Cuando estén expuestos a daños físicos, los conductores o cables deben estar protegidos por conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio o conduit de PVC SCH 80. Todas esas protecciones deben prolongarse al menos 450 mm (18 pulgadas) dentro de la zanja desde el nivel del suelo terminado.

> **NOTA**: Para los conductores o cables del tipo UF enterrados directamente en la tierra o subterráneos, véase la sección 300.5 y el Artículo 340.

551.81 Receptáculos. Los receptáculos para la alimentación eléctrica a los vehículos recreativos deben ser de una de las configuraciones presentadas en la Figura 551.46 (C) con los siguientes valores nominales:

> (1) 50 amperios - De 125/250 voltios, 50 amperios, tripolar, de cuatro hilos, tipo puesta a tierra, para sistemas de 120/240 voltios.

(2) 30 amperios - De 125 voltios, 30 amperios, bipolares, de tres hilos, tipo puesta a tierra, para sistemas de 120 voltios. (3) 20 amperios - De 125 voltios, 20 amperios, bipolares, de tres hilos, tipo puesta a tierra, para sistemas de 120 voltios.

NOTA: Para detalles completos sobre estas configuraciones, véase la norma ANSI/NEMA WD 6-2002, Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacles, Figuras 14-50, TT y 5-20, de la National Electrical Manufacturers Association (NEMA).

ARTÍCULO 552
Remolques estacionados

I. Generalidades

552.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo tratan de los conductores y de los equipos eléctricos instalados sobre remolques estacionados o dentro de ellos, no tratadas completamente en los Artículos 550 y 551.

552.2 Definiciones. (Para definiciones adicionales, véanse los Artículos 100, 550 y 551).

Remolque estacionado. Unidad construida sobre un chasis sencillo montado sobre ruedas y con una superficie bruta como remolque no superior a 37 m^2 (400 pie^2) en el modo de configuración.

552.3 Otros artículos. Cuando los requisitos de otros artículos difieran del Artículo 552, se deben aplicar las disposiciones de este último.

552.4 Requisitos generales. Un remolque estacionado, tal como se describe en la sección 552.2, está previsto para un uso estacional. No está destinado como unidad de vivienda permanente ni para usos comerciales, tales como bancos, clínicas, oficinas o similares.

II. Sistemas de baja tensión

552.10 Sistemas de baja tensión.

(A) Circuitos de baja tensión. Los circuitos de baja tensión suministrados e instalados por el fabricante del remolque, excepto los relacionados con los frenos, están sujetos a este Código. Los circuitos de alimentación del alumbrado sometidos a reglamentaciones federales o estatales deben cumplir con las reglamentaciones gubernamentales aplicables y con este Código.

(B) Alambrado de baja tensión.

(1) Material. Para los circuitos de baja tensión se deben usar conductores de cobre.

> *Excepción: Se permitirá utilizar el chasis o bastidor metálico como trayectoria de retorno a la fuente de alimentación.*

(2) Tipos de conductores. Los conductores deben cumplir los requisitos para los tipos GXL, HDT, SGT, SGR o SXL o deben tener un aislamiento de acuerdo con la Tabla 310.13 (A), o equivalente. Los conductores con calibre del 6 AWG hasta el 18 AWG, o los SAE, deben estar listados. Los conductores individuales de baja tensión deben ser del tipo trenzado.

> **NOTA**: Véase la norma SAE J1128-1995 para los tipos GXL, HDT y SXL, y la norma SAE J1127-1995, para los tipos SGT y SGR.

(3) Marcado. Todos los conductores aislados de baja tensión deben estar marcados en su superficie a intervalos no superiores a 1.2 m (4 pies), con la siguiente información:

(1) Los conductores listados deben estar marcados como lo exija el organismo que los liste.

(2) Los conductores SAE deben estar marcados con el nombre o logotipo del fabricante, la designación de las especificaciones y el calibre del alambre.

(3) Los demás conductores deben estar marcados con el nombre o logotipo del fabricante, clasificación de temperatura, calibre de alambre, material conductor y espesor del aislamiento.

(C) Métodos de alambrado de baja tensión.

(1) Protección física. Los conductores deben estar protegidos contra los daños físicos y deben estar asegurados. Cuando los conductores aislados estén sujetos a la estructura mediante abrazaderas, el aislamiento del conductor se debe reforzar con una envoltura adicional o una capa de material equivalente, excepto que no se exigirá esta protección para los cables con chaqueta. El alambrado se debe encaminar alejado de bordes cortantes, de piezas móviles o de fuentes de calor.

(2) Empalmes. Los conductores se deben empalmar o unir con dispositivos de empalme que ofrezcan una conexión segura, o mediante soldadura fuerte, soldadura de fusión superficial, o soldadura blanda con un metal o aleación fusible. Los empalmes soldados se deben empalmar o unir primero de forma que queden seguros mecánica y eléctricamente sin soldadura, y luego sí se sueldan. Todos los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores se deben recubrir con un aislamiento equivalente al de los conductores.

(3) Separación. Los circuitos alimentados por baterías y otros circuitos de baja tensión deben separarse físicamente de los circuitos de otras fuentes de alimentación, por un espacio mínimo de 13 mm (½ pulgada) u otro medio aprobado. Son métodos aceptables el uso de abrazaderas, encaminamiento u otro método equivalente que asegure su separación total y permanente. Cuando se crucen circuitos pertenecientes a distintas fuentes de alimentación, la chaqueta externa de los cables con forro no metálico se debe considerar como una separación adecuada.

(4) Conexiones a tierra. Las conexiones de tierra al chasis o bastidor deben ser hechas en un lugar accesible y deben estar seguras mecánicamente. Las conexiones a tierra se deben hacer por medio de conductores de cobre y terminales de cobre o de aleación de cobre del tipo sin soldadura, identificados para el calibre del alambre usado. La superficie sobre la cual los terminales de tierra hagan contacto debe estar limpia y libre de óxido o pintura o se deben conectar eléctricamente utilizando arandelas de seguridad de cadmio, de estaño o galvanizados con dientes internos y externos o terminales de enclavamiento. Los tornillos, remaches, pernos, tuercas y arandelas de seguridad para la unión a los terminales de puesta a tierra deben ser de cadmio, de estaño o galvanizados, pero se permitirá que los remaches sean de aluminio no anodizado cuando se sujeten a estructuras de aluminio.

El terminal de la batería de puesta a tierra al chasis debe estar conectado al chasis de la unidad mediante un conductor de cobre con calibre del 8 AWG como mínimo. En el caso de que el cable sin unión de la batería sea mayor del 8 AWG, el calibre del conductor de la unión no debe ser menor al del cable sin unión.

(D) Instalaciones de baterías. Las baterías de acumuladores sujetas a las disposiciones de este Código

deben estar unidas firmemente a la unidad e instaladas en un área hermética a los vapores hacia el interior y ventilada directamente al exterior de la unidad. Cuando las baterías estén instaladas en un compartimiento, éste debe estar ventilado mediante aberturas con un área mínima de 1100 mm^2 (1.7 $pulgadas^2$) tanto en su parte superior como inferior. Cuando el compartimiento tenga puertas con aberturas de ventilación, dichas aberturas deben estar a una distancia máxima de 50 mm (2 pulgadas) de la parte superior e inferior. No se deben instalar las baterías en compartimientos en los que haya equipos que produzcan chispas o llamas.

(E) Protección contra sobrecorriente.

(1) Valor nominal. El alambrado de los circuitos de baja tensión debe estar protegido por dispositivos contra sobrecorriente cuya corriente nominal no sea superior a la ampacidad de los conductores de cobre, según la Tabla 552.10 (E) (1).

Tabla 552.10 (E) (1) Protección contra sobrecorriente para baja tensión

Calibre del alambre (AWG)	Ampacidad	Tipo de alambre
18	6	Sólo trenzado
16	8	Sólo trenzado
14	15	Trenzado o sólido
12	20	Trenzado o sólido
10	30	Trenzado o sólido

(2) Tipo. Los interruptores automáticos o fusibles deben ser de un tipo aprobado, incluidos los de tipo automotor. Los portafusibles deben estar marcados claramente con el tamaño máximo de los fusibles y se deben proteger contra cortocircuitos y daños físicos mediante una cubierta o un medio equivalente.

> **NOTA**: Para mayor información, véanse las publicaciones ANSI/SAE J554-1987, Standard for Electric Fuses (Cartridge Type); SAE J1284-1988, Standard for Blade Type Electric Fuses y UL 275-1993, Standard For Automotive Glass Tube Fuses.

(3) Electrodomésticos. Los electrodomésticos como bombas, compresores, sopladores de calor y otros similares accionados por motor, se deben instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
Los motores controlados por interruptores automáticos o interruptores manuales del tipo de enclavamiento se deben proteger de acuerdo con la sección 430.32 (B).

(4) Ubicación. El dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe instalar en un lugar accesible de la unidad, a una distancia máxima de 450 mm (18 pulgadas) del punto donde la fuente de alimentación se conecta con los circuitos de la unidad. Si está fuera del remolque estacionado, dicho dispositivo se debe proteger contra la intemperie y los daños físicos.

> *Excepción: Se permitirá que una fuente de alimentación externa de baja tensión tenga el dispositivo de protección contra sobrecorriente a una distancia máxima de 450 mm (18 pulgadas) después de entrar en la unidad o después de salir de una canalización metálica.*

(F) Interruptores. Los interruptores deben tener un valor nominal de c.c. no inferior al de la carga conectada.

(G) Luminarias. Todas las luminarias interiores de baja tensión de más de 4 watts, que empleen lámparas de más de 1.2 watts, deben estar listadas.

III. Sistemas eléctricos combinados

552.20 Sistemas eléctricos combinados.

(A) Generalidades. Se permitirá que el alambrado de la unidad adecuado para su conexión a una batería o a otra fuente de alimentación de baja tensión, se conecte a una fuente de alimentación de 120 voltios siempre que todo el sistema de alambrado y los equipos tengan valor nominal y estén instalados totalmente de acuerdo con lo que establecen las Partes I, III, IV y V de este artículo, relativas a los sistemas eléctricos de 120 voltios. Los circuitos alimentados desde transformadores de corriente alterna no deben alimentar electrodomésticos de corriente continua.

(B) Convertidores de tensión (de 120 voltios corriente alterna a corriente continua de baja tensión). El lado de corriente alterna de 120 voltios de un convertidor de tensión se debe alambrar completamente de acuerdo con lo que establecen las Partes I, III, IV y V de este artículo, relativas a sistemas eléctricos de 120 voltios.

> *Excepción: No deben estar sujetos a la sección 552.20 (B) los convertidores suministrados como parte integral de un electrodoméstico listado.*

Todos los convertidores y transformadores deben estar listado para su uso en unidades de recreación y diseñados o equipados para proporcionar protección contra sobrecalenamiento. Para determinar el valor nominal del convertidor, se debe aplicar la siguiente fórmula a la carga total conectada, incluida la corriente media de carga de la batería, de todos los equipos de 12 voltios:

Los primeros 20 amperios de carga al 100 por ciento, más
Los siguientes 20 amperios de carga al 50 por ciento, más
El resto de la carga por encima de 40 amperios, al 25 por ciento.

> *Excepción: Al determinar el valor nominal exigido del convertidor, no se debe considerar como una carga conectada un electrodoméstico de baja tensión controlado por un interruptor momentáneo (normalmente abierto), que no tenga un medio para mantenerlo en posición cerrada. Los electrodomésticos energizados momentáneamente se deben limitar a los que se utilicen para preparar la unidad para su ocupación o para viaje.*

(C) Unión de los envolventes del convertidor de tensión.
El envolvente metálico no portador de corriente del convertidor de tensión se debe conectar al bastidor de la unidad, con un conductor de cobre mínimo del 8 AWG. Se permitirá que el conductor de puesta a tierra de la batería y del envolvente metálico sea el mismo conductor.

(D) Accesorios de tensión dual, incluyendo luminarias o electrodomésticos. Los accesorios, incluyendo luminarias o electrodomésticos que se puedan conectar tanto a 120 voltios como a baja

tensión, deben estar listados para tensión dual.

(E) Autotransformadores. No se deben utilizar autotransformadores.

(F) Receptáculos y clavijas. Cuando un remolque estacionado está equipado con un sistema de corriente alterna a 120 voltios o 120/240 voltios, con un sistema de baja tensión, o con ambos, los receptáculos y clavijas de baja tensión deben tener una configuración distinta de la del sistema de 120 ó 120/ 240 voltios. Cuando una unidad equipada con una batería o un sistema de c.c. tenga una conexión externa de alimentación de baja tensión, el conector debe tener una configuración tal que no admita alimentación a 120 voltios.

IV. Sistemas a 120 voltios o 120/240 voltios nominales

552.40 Sistemas a 120 voltios o 120/240 voltios nominales.

(A) Requisitos generales. Los equipos y materiales eléctricos de los remolques estacionados indicados para su conexión a un sistema de alambrado de 120 voltios nominales, bifilares con un conductor de puesta a tierra de equipos, o un sistema de alambrado de 120/240 voltios nominales, trifilares, con un conductor de puesta a tierra de equipos, deben estar listados e instalados de acuerdo con los requisitos de las Partes I, III, IV y V de este artículo.

(B) Materiales y equipos. Los materiales eléctricos, dispositivos, electrodomésticos, accesorios y otros equipos instalados, diseñados para utilizarse o fijarse a un remolque estacionado, deben estar listados. Todos los productos se deben utilizar sólo del modo en el que han sido probados y encontrados como adecuados para el uso previsto.

552.41 Salidas exigidas para receptáculos.

(A) Separación. Las salidas para receptáculos se deben instalar en espacios de pared de 600 mm (2 pies) de ancho o más, de modo que ningún punto a lo largo de la línea del piso esté a más de 1.8 m (6 pies) medidos horizontalmente, de una salida en ese espacio.

> *Excepción No. 1: Las áreas de baños y corredores.*
>
> *Excepción No. 2: los espacios de las paredes ocupadas por gabinetes de cocina, armarios para ropa, muebles empotrados, detrás de las puertas que puedan abrirse completamente contra la pared y otros sitios similares.*

(B) Ubicación. Las salidas para receptáculos se deben instalar:

(1) Adyacentes a los mesones de la cocina [por lo menos uno a cada lado del fregadero, si hay mesones a ambos lados y tienen 300 mm (12 pulgadas) o más de ancho].

(2) Adyacentes al espacio del refrigerador y de la estufa a gas, excepto si hay instalado de fábrica un refrigerador o electrodoméstico de cocción de gas que no requieren conexión eléctrica externa.
(3) Adyacentes a los espacios de mesones que tengan 300 mm (12 pulgadas) o más de ancho y desde los que no se pueda llegar a uno de los receptáculos exigidos por la sección 551.41 (B) (1), con un cordón de 1.8 m (6 pies) sin cruzar una área de tráfico o en la que haya un electrodoméstico de cocción o fregadero.

(C) Protección con interruptor de circuito contra fallas a tierra. Todo receptáculo monofásico de 125 voltios y de 15 ó 20 amperios, deben tener un interruptor de circuito contra fallas a tierra para la protección de las personas, en los siguientes lugares:

(1) Cuando los receptáculos están instalados para alimentar superficies de mesones de la cocina.

(2) A una distancia no mayor de 1.8 m (6 pies) de cualquier lavabo o fregadero.

Excepción: Los receptáculos instalados para electrodomésticos en espacios dedicados, tales como máquinas lavaplatos, trituradores de basura, refrigeradores, congeladores y equipo de lavandería.

(3) En el área ocupada por un sanitario, ducha, bañera o cualquier combinación de ellos.

(4) En el exterior de la unidad.

Excepción: No se exigirá que los receptáculos ubicados dentro de un panel de acceso instalado fuera de la unidad, para alimentar un electrodoméstico instalado, tengan protección mediante un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

Se permitirá que la salida para receptáculo esté en una luminaria listada. No se deben instalar salidas para receptáculo en tinas o compartimientos combinados con tina y ducha.

(D) Salida para cable de calefacción de tubería. Cuando se instala una salida para cable de calefacción de tubería, debe estar:

(1) Localizada a una distancia no mayor de 600 mm (2 pies) de la entrada de agua fría.

(2) Conectada a un circuito ramal interior, diferente de un circuito ramal para electrodomésticos pequeños.

(3) En un circuito en donde todas las salidas están en el lado de carga del interruptor de circuito contra fallas a tierra para la protección de las personas.

(4) Montada en la parte inferior del remolque estacionado y no se debe considerar como la salida para receptáculo de uso exterior, exigida en la sección 552.41 (E).

(E) Salidas para receptáculos exteriores. Se debe instalar al menos una salida para receptáculo en el exterior. Se considera que una salida para receptáculo ubicada en un compartimiento accesible desde el exterior del remolque estacionado, es un receptáculo exterior. Las salidas para receptáculos exteriores deben estar protegidas como se exige en la sección 552.41 (C) (4).

(F) Salidas para receptáculos no permitidas.

(1) En el espacio de duchas o bañeras. No se deben instalar receptáculos en o dentro del espacio de alcance de una ducha o bañera, [750 mm (30 pulgadas)].

(2) En posición hacia arriba. No se deben instalar receptáculos en un mesón, en posición hacia arriba.

552.43 Fuente de alimentación.

(A) Alimentador. La fuente de alimentación de un remolque estacionado debe ser un ensamble

alimentador consistente en máximo un cordón de fuente de alimentación para remolques estacionados, de 30 ó 50 amperios, listado, y con clavija moldeada integralmente o unida firmemente, o un alimentador instalado permanentemente.

(B) Cordón de alimentación. Si el remolque estacionado tiene un cordón de alimentación, éste debe estar conectado permanentemente al panel de distribución o a una caja de empalme conectada permanentemente al panel de distribución, con su extremo libre terminado en una clavija de conexión moldeada.
Los cordones con adaptadores y extremos en espiral, los cordones de extensión y elementos similares no se deben fijar ni suministrar con los remolques estacionados.
En el disco removible del panel principal de distribución debe haber una abrazadera adecuada o su equivalente para aliviar la tensión mecánica del cordón e impedir que ésta se transmita hasta los terminales, siempre que el cordón se manipule del modo previsto.
El cordón debe ser de tipo listado con tres conductores, a 120 voltios o cuatro conductores a 120/240 voltios, uno de los cuales debe estar identificado mediante un color verde continuo o verde continuo con una o más bandas amarillas, para su uso como conductor de puesta a tierra.

(C) Mástil con mufa de acometida o canalización. Cuando la carga calculada exceda los 50 amperios o se use un alimentador permanente, la alimentación se debe hacer por alguno de los siguientes medios:

(1) Un mástil con mufa de acometida, instalado de acuerdo con el Artículo 230, que contenga cuatro conductores del alimentador, continuos, aislados y con código de color, uno de los cuales debe ser el conductor de puesta a tierra de equipos.

(2) Una canalización metálica, conduit rígido no metálico, conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, desde el medio de desconexión en el remolque estacionado, a la parte inferior de dicho remolque, con medios para la conexión a una caja de empalme o accesorio adecuados a la canalización, en la parte inferior del remolque estacionado [con o sin conductores, como en la sección 550.10 (I) (1)].

552.44 Cordón.

(A) Conectado permanentemente. Cada ensamble de fuente de alimentación debe ser suministrado o instalado en fábrica, debe estar conectado directamente a los terminales del panel de distribución o a los conductores dentro de una caja de empalme, y estar equipado con medios para evitar que la tensión mecánica sea transmitida a los terminales. La ampacidad de los conductores entre cada caja de empalme y los terminales de cada panel de distribución debe ser como mínimo igual a la ampacidad del cordón de alimentación. El extremo de alimentación del conjunto debe estar equipado con una clavija de conexión del tipo descrito en la sección 552.44(C). Cuando el cordón pasa a través de paredes o pisos, se debe proteger por medio de conduit y adaptadors o equivalente. El ensamble del cordón debe estar protegido permanentemente contra la corrosión y los daños mecánicos mientras la unidad está en tránsito.

(B) Longitud del cordón. La longitud útil expuesta del cordón se debe medir desde el punto de entrada al remolque estacionado o desde la cara de la entrada superficial bridada (clavija de conexión para base de motor) hasta la cara de la clavija en el extremo del alimentación.
La longitud útil expuesta del cordón se debe medida hasta el punto de entrada en el exterior de la unidad, debe ser como mínimo de 7.0 m (23 pies), cuando el punto de entrada esté en un lateral de la unidad,

o debe ser como mínimo de 8.5 m (28 pies) cuando el punto de entrada esté en la parte trasera de la unidad. La longitud máxima del cable no debe ser superior a 11 m (36 ½ pies).

Cuando la entrada del cordón a la unidad esté a más de 900 mm (3 pies) sobre el suelo, las longitudes mínimas del cordón indicadas arriba se deben aumentar en la distancia vertical de la altura de la entrada del cordón por encima de los 900 mm (3 pies).

(C) Clavijas de conexión.

(1) Unidades con dos a cinco circuitos ramales de 15 ó 20 amperios. Los remolques estacionados alambrados de acuerdo con la sección 552.46(A) deben tener una clavija de conexión de dos polos y tres hilos, con polo a tierra, a 125 voltios y 30 amperios nominales, con la configuración mostrada en la Figura 552.44(C), prevista para uso con unidades a 30 amperios, 125 voltios nominales.

> **NOTA**: Para más detalles sobre esta configuración, véase la publicación ANSI/NEMA WD6-1989, Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacles, Figura TT, de la National Electrical Manufacturers Association.

(2) Unidades con ensamble de fuente de alimentación de 50 amperios. Los remolques estacionados que tengan un ensamble de fuente de alimentación de 50 amperios nominales, como lo permite la sección 552.43 (B) deben tener una clavija de conexión de tres polos y cuatro hilos, con polo a tierra, a 125/250 voltios y 50 amperios nominales, con la configuración mostrada en la Figura 552.44 (C).

> **NOTA**: Para detalles completos sobre esta configuración, véase la norma ANSI/NEMA WD 6-1989, Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacle, Figura 14-50, de la National Electrical Manufacturers Association.

(D) Etiquetado en la entrada eléctrica. Todos los remolques estacionados deben tener permanentemente instalado en su cubierta externa, en el punto de entrada del ensamble de fuente de alimentación o cerca de él, una etiqueta de 75 mm x 45 mm (3 pulgadas x 1 ¾ de pulgada) como mínimo, y de un espesor no inferior a 0.51 mm (0.020 pulgadas), hecho de bronce, acero inoxidable, aluminio anodizado o alclad, mediante grabado, estampado del metal o gofrado, u otro material adecuado [por ejemplo de plástico laminado de 0.13 mm (0.005 pulgadas) de espesor], con la inscripción que sea la adecuada:

"ESTA CONEXIÓN ES PARA UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE 110-125 VOLTIOS C.A., 60 HZ, 30 AMPERIOS"

o

"ESTA CONEXIÓN ES PARA UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE 208Y/120 VOLTIOS o 120/240 VOLTIOS C.A., 3 POLOS, 4 HILOS, 60 HZ, _____ AMPERIOS"

En el espacio en blanco se debe marcar la corriente nominal correcta en amperios.

(E) Ubicación. El punto de entrada de un conjunto de fuente de alimentación debe estar ubicado a una distancia no mayor de 4.5 m (15 pies) de la parte trasera, en el lado izquierdo (lado del camino) o en la parte trasera, a la izquierda del eje central longitudinal del vehículo, a una distancia no mayor de 450 mm (18 pulgadas) de la pared exterior.

Figura 552.44 (C) Configuraciones de la clavija de conexión y el receptáculo

Excepción: Se permitirá que un remolque estacionado tenga el punto de entrada de la instalación eléctrica ubicado a más de 4.5 m (15 pies) de la parte posterior. En tal caso, la distancia más allá de 4.5 m (15 pies) se debe añadir a la longitud mínima del cable especificada en la sección 551.46 (B).

552.45 Panel de distribución.

(A) Listado y de valor nominal adecuado. Se debe usar un panel de distribución listado y de valor nominal adecuado. La barra terminal de los conductores puestos a tierra debe estar aislada del envolvente, como establece la sección 552.55 (C). Dentro del envolvente metálico del panel de distribución se debe instalar una barra terminal para la puesta a tierra de los equipos.

(B) Ubicación. El panel de distribución debe estar instalado en un lugar fácilmente accesible. El espacio de trabajo para el panel de distribución no debe ser inferior a 600 mm (24 pulgadas) de ancho y 750 mm (30 pulgadas) de fondo.

Excepción: Cuando la tapa del panel de distribución esté expuesta a un pasillo interior, se permitirá que una de las dimensiones del espacio de trabajo se reduzca a un mínimo de 550 mm (22 pulgadas). Un panel de distribución se debe considerar como expuesto cuando su tapa queda a una distancia no mayor de 50 mm (2 pulgadas) de la superficie terminada del pasillo.

(C) Tipo de frente muerto. El panel de distribución debe ser del tipo de frente muerto. Cuando se empleen fusibles o más de dos interruptores automáticos, debe instalarse un medio principal de desconexión. Cuando haya más de dos circuitos ramales, debe instalarse un dispositivo principal de protección contra sobrecorriente cuya corriente nominal no exceda la del ensamble de fuente de alimentación.

552.46 Circuitos ramales. Los circuitos ramales se deben determinar de acuerdo con las secciones 552.46 (A) y (B).

(A) De dos a cinco circuitos de 15 ó 20 amperios. Se permitirán de dos a cinco circuitos de 15 ó 20 amperios para alimentar el alumbrado, las salidas para receptáculos y los electrodomésticos fijos. Los remolques estacionados deben estar equipados con un panel de distribución de 120 voltios nominales máximo, con un ensamble de fuente de alimentación principal de 30 amperios nominales. A dichos sistemas no se deben conectar más de dos electrodomésticos de 120 voltios controlados por termostato (por ejemplo, un acondicionador de aire y un calentador de agua), a menos que se utilicen seccionadores para los electrodomésticos, sistemas de administración de energía o métodos similares.

> *Excepción: Se permitirán circuitos adicionales de 15 ó 20 amperios cuando en la instalación se emplee un sistema de manejo de administración de energía listado de 30 amperios máximo.*

(B) Más de cinco circuitos. Cuando se necesiten más de cinco circuitos, se deben determinar de acuerdo con las secciones 552.46 (B) (1), (B) (2) y (B) (3).

(1) Alumbrado. Para determinar el número de circuitos para el área de alumbrado de 15 ó 20 amperios, se multiplica 33 volt-amperios/m^2 (3 VA/pie^2) por las dimensiones externas del remolque estacionado (sin el acoplador o enganche), y se divide por 120 voltios, por ejemplo:

$$\frac{3(*) \text{ x longitud x ancho}}{120 \text{ x } 15 \text{ (o } 20)}$$

= No. de circuitos de 15 - (o 20 -) amperios

(*) 3 para ft x ft 33 para m x m

Se permitirá que los circuitos de alumbrado alimenten los hornos incorporados a gas con servicio eléctrico solamente para las luces, relojes o temporizadores, o las unidades listadas conectadas con cordón, para la trituración de basuras.

(2) Electrodomésticos pequeños. Los circuitos ramales para electrodomésticos pequeños se deben instalar de acuerdo con la Sección 210.11 (C) (1).

(3) Electrodomésticos de uso general. (Estos electrodomésticos incluyen los hornos, calentadores de agua, calefactores de ambiente, estufas y aire acondicionado central o de habitaciones, etc.). Se permitirá que un circuito ramal individual alimente cualquier carga para la cual tenga valor nominal. Debe haber uno o más circuitos de valor nominal adecuado, de acuerdo con los literales (a) hasta (d).

> **NOTA** No. 1: Para los circuitos ramales de lavandería, véase la sección 210.11 (C) (2).
> **NOTA** No. 2: Para el aire acondicionado central, véase el Artículo 440.
>
> (a) El valor nominal total de los electrodomésticos fijos no debe exceder del 50 por ciento del valor nominal del circuito, si también se alimentan salidas para alumbrado, receptáculos de uso general, o ambos.
>
> (b) Para electrodomésticos fijos con motor(es) de más de 1/8 caballos de fuerza, la carga calculada total se debe basar en el 125 por ciento del motor más grande,

más la suma de las otras cargas. Cuando el circuito ramal alimenta cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no continuas, el calibre del conductor del circuito ramal debe estar acorde con la sección 210.19(A).

(c) El valor nominal de un solo electrodoméstico conectado con cordón y clavija, alimentado por un circuito diferente del circuito ramal individual, no debe exceder el 80 por ciento del valor nominal del circuito.

(d) El valor nominal de un circuito ramal para estufa se debe basar en la demanda de la estufa como se especifica para estufas, en la sección 552.47 (B) (5).

552.47 Cálculos. Para calcular la carga del cordón de alimentación y del panel de distribución para cada ensamble alimentador de un remolque estacionado, se debe emplear el siguiente método, en lugar del descrito en el Artículo 220, y se debe basar en una alimentación a 208Y/120 voltios o 120/240 voltios, tres hilos, con cargas equilibradas de 120 voltios entre las dos fases del sistema trifilar.

(A) Cargas de alumbrado y electrodomésticos pequeños. Volt-amperios para alumbrado. Longitud x ancho del piso del remolque estacionado (dimensiones exteriores) x 33 Volt-amperios/m^2 (3 VA por pie^2). Por ejemplo,

Longitud x ancho x 3(*) = Volt-amperios para alumbrado
(*) 3 para ftx ft 33 para mxm

Volt-amperios para electrodomésticos pequeños. Número de circuitos x 1500 Volt-amperios por cada circuito de receptáculo para electrodomésticos de 20 amperios (véase la definición de electrodoméstico portátil, con la NOTA), incluyendo 1500 Volt-amperios para el circuito de lavandería. Por ejemplo, Número de circuitos x 1500 = voltamperios para electrodomésticos pequeños

Volt-amperios totales. Volt-amperios para alumbrado + Volt-amperios para artefactos pequeños = Volt-amperios totales. Los primeros 3000 Volt-amperios totales al 100 por ciento más los restantes al 35 por ciento = Volt-amperios que se deben dividir por 240 voltios para obtener la corriente (amperios) por fase.

(B) Carga total para determinar la corriente de alimentación. La carga total para determinar la alimentación es la suma de:

(1) La carga para alumbrado y electrodomésticos pequeños, como se calculó en la sección 552.47 (A).

(2) Los amperios de la placa de características para cargas de motores y calentadores (ventiladores de extracción, acondicionadores de aire, calefacción eléctrica, a gas o petróleo). Se suprime la menor de las cargas de calefacción y refrigeración, pero se incluye el motor del soplador, si se usa como motor del evaporador del acondicionador de aire.
Si no hay instalado acondicionador de aire y el cordón de la fuente de alimentación es de 50 amperios, se permiten 15 amperios por fase para el aire acondicionado.

(3) El 25 por ciento de la corriente del motor más grande en (B) (2).

(4) Los amperios totales de la placa de características, para el triturador de basuras, lavadora de platos, calentador de agua, secadora de ropas, horno de pared y unidades de cocción. Cuando el número de estos electrodomésticos pase de tres, se usa el 75 por ciento del total.

(5) Corriente derivada, en amperios, para estufas autosoportadas (distintas de los hornos y unidades de cocción independientes), dividiendo los siguientes valores por 240 voltios:

Potencia nominal de la placa de características (watts)	Uso (Volt-amperios)
0 a 10,000	80 % del valor nominal
Más de 10,000 a 12,500	8,000
Más de 12,500 a 13,500	8,400
Más de 13,500 a 14,500	8,800
Más de 14,500 a 15,500	9,200
Más de 15,500 a 16,500	9,600
Más de 16,500 a 17,500	10,000

(6) Si existen circuitos o salidas para otros electrodomésticos distintos de los instalados en fábrica, se incluye la carga prevista.

NOTA: Véase el Anexo D, Ejemplo D12, con respecto a una ilustración de la aplicación de este cálculo.

(C) Método opcional de cálculo para cargas de alumbrado y electrodomésticos. Para los remolques estacionados se permitirá aplicar el método opcional de cálculo de las cargas de alumbrado y electrodomésticos que se indica en la sección 220.82.

552.48 Métodos de alambrado.

(A) Sistemas de alambrado. Se permitirá utilizar cables y canalizaciones instaladas de acuerdo con los Artículos 320, 322, 330 hasta 340, 342 hasta 362, 386 y 388, según el artículo aplicable, excepto que se especifique algo diferente en este artículo. Se deben instalar medios para puesta a tierra de los equipos, según establece la sección 250.118.

(B) Conduit y tuberías. Cuando se utilice conduit metálico rígido o conduit metálico intermedio, que termine en un envolvente con una conexión de contratuerca y adaptadors, se deben instalar dos contratuercas, una por dentro del envolvente y otra por fuera. Todos los extremos cortados de los conduits y tuberías se deben escariar o terminar de alguna otra manera para eliminar los bordes ásperos.

(C) Cajas no metálicas. Las cajas no metálicas deben ser aceptables solamente con cables con forro no metálico o canalizaciones no metálicas.

(D) Cajas. En las paredes y cielos rasos construidos de madera o de otro material combustible, las cajas y accesorios deben quedar a ras con la superficie de acabado o sobresalir de ella.

(E) Montaje. Las cajas en paredes y cielos rasos se deben montar de acuerdo con lo establecido en el Artículo 314.

> *Excepción No. 1: Se permitirán las cajas del tipo de montaje con resorte o cajas equipadas con soportes especiales para paredes o cielos rasos, que fijen firmemente las cajas en paredes o los cielos rasos.*
>
> *Excepción No. 2: Se debe considerar como un medio adecuado para montar las cajas de salida, una lámina de madera, que proporcione un soporte mínimo de 38 mm (1 ½ pulgada) de ancho alrededor de la caja, y de un espesor de 13 mm (½ pulgada) o mayor (real), unida directamente al panel de la pared.*

(F) Armadura recubierta. El recubrimiento de los cables con recubrimiento no metálico, los cables con blindaje metálico y los cables del Tipo AC debe ser continuos entre las cajas de salida y cualquier otro envolvente.

(G) Protección. Se permitirá que los cables con blindaje metálico, los del Tipo AC o, con recubrimiento no metálico y la tubería eléctrica no metálica, pasen por el centro del lado ancho de las columnas de madera de 2 x 4. No obstante, deben protegerse cuando pasen por columnas de madera de 2 x 2, o por otras columnas o bastidores de madera en donde el cable o tubería estén a menos de 32 mm (1 ¼ de pulgada) de la superficie interior o exterior. Para proteger el cable o tubería, se deben instalar láminas de acero a cada lado del cable o tubo, o un tubo de acero con espesor de pared no inferior a 1.35 mm (0.053 pulgadas). Esas láminas o tubos deben asegurarse bien en su sitio. Cuando los cables con recubrimiento no metálico pasen a través de ranuras o agujeros perforados, cortados o taladrados en partes metálicas, antes de instalar el cable, éste se debe proteger por medio de adaptadors o anillos protectores asegurados firmemente a la abertura.

(H) Soportes de los cables. Cuando los cables estén conectados mediante conectores o abrazaderas, se deben soportar a una distancia no mayor de 300 mm (12 pulgadas) de las cajas de salida, de los paneles de distribución y de las cajas de empalmes en los electrodomésticos. En los demás lugares, los cables deben estar soportados cada 1.4 m (4 ½ pies).

(I) Cajas no metálicas sin abrazaderas para cables. Los cables con forro no metálico se deben soportar a una distancia no mayor de 200 mm (8 pulgadas) de una caja no metálica de salida que no tenga abrazaderas para cables.

> *Excepción: Cuando se utilicen dispositivos de alambrado con envolventes integrales que lleven un bucle de cable extra para permitir el reemplazo futuro de los dispositivos, se debe considerar que el bucle de cable forma parte integral del dispositivo.*

(J) Daños físicos. Cuando estén sometidos a daños físicos, los cables con forros no metálicos expuestos deben estar protegidos por cubiertas, tiras de protección, canalizaciones u otros medios.

(k) Placas frontales metálicas. Las placas frontales metálicas deben ser de metal ferroso de un espesor no inferior a 0.76 mm (0.030 pulgadas) o de metal no ferroso con un espesor no inferior a 1.0 mm (0.040 pulgadas). Las placas frontales no metálicas deben estar listadas.

(L) Placas frontales metálicas puestas a tierra. Cuando se utilicen placas frontales metálicas, deben estar puestas a tierra.

(M) Humedad o daños físicos. Cuando el alambrado exterior o bajo el chasis sea de 120 voltios nominales o más y esté expuesta a la humedad o a daños físicos, se debe proteger mediante conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, tubería eléctrica metálica, conduit rígido no metálico o por cable del tipo MI que esté encaminado estrechamente contra los bastidores y los envolventes de los equipos, o por medio de otras canalizaciones o cables identificados para esa aplicación.

(N) Interconexión de los componentes. Los accesorios y conectores proyectados para quedar ocultos en el momento del ensamble, deben estar listados e identificados para la interconexión de partes del edificio. Tales accesorios y conectores deben ser iguales al método de alambrado empleado, en cuanto a aislamiento, aumento de temperatura y resistencia a la corriente de falla y deben ser capaces de soportar las vibraciones y golpes que se presentan en los remolques estacionados.

(O) Métodos de conexión de unidades expansibles. El método de conexión de las unidades expansibles con el cuerpo principal del vehículo debe cumplir con las siguientes disposiciones según sea aplicable:

(1) Se permitirá que la parte de un circuito ramal instalada en una unidad expansible se conecte a la parte del circuito ramal instalado en el cuerpo principal del vehículo, por medio de un cordón flexible o de una clavija de conexión y un cordón listados para uso pesado. El cordón y sus conexiones deben cumplir todas las disposiciones del Artículo 400 y su uso debe ser considerado como permitido de acuerdo con lo establecido en la sección 400.7.

(2) Si el receptáculo suministrado para la conexión del cordón al circuito principal está ubicado fuera de la unidad, debe tener un interruptor de circuito contra fallas a tierra, para la protección de las personas, y debe estar listado para lugares mojados. Los cordones ubicados en el exterior de una unidad deben estar identificados para uso en exteriores.

(3) A menos que sea desmontable o esté almacenado dentro de la unidad, el conjunto del cordón debe estar protegido permanentemente contra la corrosión y los daños mecánicos mientras la unidad esté en tránsito.

(4) La clavija de conexión y el cordón deben estar instalados de modo que las terminales vivas de las clavijas no queden expuestas.

(P) Prealambrado para la instalación de aire acondicionado. El prealambrado instalado para facilitar la futura instalación de aire acondicionado, debe cumplir las siguientes disposiciones y las demás de este artículo que sean aplicables:

(1) En el panel de distribución se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor nominal compatible con los conductores del circuito, y con las conexiones del alambrado completas.

(2) El extremo de carga del circuito debe terminar en una caja de empalme con una tapa ciega u otro envolvente listado. Cuando se utilice una caja de empalme con tapa ciega, los extremos libres de los conductores se deben aislar o cubrir con cinta adecuadamente.

(3) Cerca o sobre la caja de empalme se debe colocar una etiqueta permanente, de acuerdo con la sección 552.44 (D), con la siguiente inscripción:

"CIRCUITO DE AIRE ACONDICIONADO. ESTA CONEXIÓN ES PARA EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO A 110-125 VOLTIOS C.A., 60 HZ Y _____AMPERIOS MÁXIMO. NO SOBREPASAR EL VALOR NOMINAL DEL CIRCUITO"

En el espacio en blanco se debe marcar de forma legible el valor nominal de corriente que no exceda el 80 por ciento del valor nominal de corriente del circuito.

(4) El circuito no debe servir para ningún otro propósito

552.49 Número máximo de conductores en las cajas. El número máximo de conductores permitidos en las cajas debe cumplir lo establecido en la sección 314.16.

552.50 Conductores puestos a tierra. La identificación de los conductores puestos a tierra se debe hacer según lo establecido en la sección 200.6.

552.51 Conexión de terminales y empalmes. Los empalmes y conexiones de los conductores en los terminales deben cumplir lo establecido en la sección 110.14.

552.52 Interruptores. Los interruptores deben tener valor nominal de acuerdo con las secciones 552.52 (A) y (B).

(A) Circuitos de alumbrado. Los interruptores de los circuitos de alumbrado no deben tener valor menor de 10 amperios y 120/125 voltios nominales y en ningún caso menor que la carga conectada.

(B) Motores u otras cargas. Para los motores u otras cargas, los interruptores deben tener valor nominal en amperios o en caballos de fuerza, o ambos, adecuada para la carga controlada. (Se permitirá usar un interruptor de acción rápida y uso general para controlar un motor de 2 Hp o menos cuya corriente de plena carga no exceda el 80 por ciento del valor nominal del interruptor, en amperios).

552.53 Receptáculos. Todas las salidas de receptáculos deben ser del tipo puesta a tierra y deben estar instalados de acuerdo con las secciones 210.21 y 406.3.

552.54 Luminarias.

(A) Generalidades. Cualquier acabado combustible de pared o techo que esté expuesto entre el borde de un platillo o bandeja ornamental para luminaria y la caja de salida, debe estar cubierto con un material no combustible o un material identificado para ese uso.

(B) Luminarias en duchas. Si se instala una luminaria sobre una tina o en el espacio de una ducha, debe ser del tipo cerrado y con empaquetadura, listada para ese tipo de instalación y protegida por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.
El interruptor para las luminarias en las duchas y de los ventiladores extractores ubicados sobre una tina o en el compartimiento de una ducha, debe estar ubicado fuera del espacio de las mismas.

(C) Salidas, luminarias, equipos de aire acondicionado y otros, para exteriores. Las luminarias en

exteriores y los electrodomésticos y otros equipos deben estar listados para uso en exteriores o en lugares mojados.

552.55 Puesta a tierra. (Para la unión de las partes metálicas no portadoras de corriente, véase también la sección 552.57).

(A) Puesta a tierra de la fuente de alimentación. El conductor de puesta a tierra del cordón de alimentación o del alimentador se debe conectar a la barra conductora de puesta a tierra u otro medio de puesta a tierra aprobado en el panel de distribución.

(B) Panel de distribución. El panel de distribución debe tener una barra conductora de puesta a tierra con terminales suficientes para todos los conductores de puesta a tierra u otros medios de puesta a tierra aprobados.

(C) Conductor puesto a tierra aislado. El conductor del circuito puesto a tierra debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra de equipos, de los envolventes de los equipos y de otras partes puestas a tierra. Los terminales del conductor del circuito puesto a tierra en el panel de distribución y en las estufas, secadoras de ropa, unidades de cocción montadas en mesones y hornos de pared, deben estar aislados del envolvente de los equipos. Los tornillos, correas o barras conductoras para unión en el panel de distribución o en los electrodomésticos, se deben quitar y descartar. Las conexiones de las estufas eléctricas y de las secadoras de ropa eléctricas, que tienen un conductor puesto a tierra, si se conectan con cordón, se deben conectar con un cordón de cuatro conductores y clavijas y receptáculos de tres polos y cuatro hilos con polo a tierra.

552.56 Puesta a tierra de los equipos interiores.

(A) Partes metálicas expuestas. En el sistema eléctrico, todas las partes metálicas expuestas, envolventes, bastidores, tapas ornamentales de las luminarias, etc., se deben unir y de manera eficaz a los terminales de puesta a tierra o al envolvente del panel de distribución.

(B) Conductores de puesta a tierra de equipos. Como conductores de puesta a tierra de los equipos se deben utilizar únicamente: conductores desnudos, o conductores con aislamiento o recubrimiento individual con acabado exterior de color verde o de color verde con una o varias franjas amarillas.

(C) Puesta a tierra de los equipos eléctricos. Cuando se especifica la puesta a tierra de los equipos eléctricos, se permitirá mediante uno o más de los siguientes métodos:

(1) Conexión de la canalización metálica (conduit o tubería metálica eléctrica), el forro de los cables de los Tipos MC y MI, cuando dicho forro esté identificado para puesta a tierra, la armadura de los cables del Tipo AC, a los envolventes metálicos.

(2) Conexión entre uno o más de los conductores de puesta a tierra de los equipos y una caja metálica por medio de un tornillo de puesta a tierra que no se debe usar para otro fin, o por medio de un dispositivo de puesta a tierra listado.

(3) Se permitirá asegurar el conductor de puesta a tierra de equipos en un cable con forro no metálico, con un tornillo roscado a la tapa ornamental de la luminaria, que no sea un tornillo de montaje o de la cubierta, o asegurarlo a un medio listado de puesta a tierra (placa) en una caja no

metálica de salida para montaje de luminarias (también se permitirán medios de puesta a tierra para los tornillos de fijación de las luminarias).

(D) Conexión de puesta a tierra en cajas no metálicas. Se debe hacer una conexión entre uno o más de los conductores de puesta a tierra que entren en una caja no metálica de salida, de modo que se pueda hacer una conexión a cualquier accesorio o dispositivo, en esa caja, que se deba poner a tierra.

(E) Continuidad de la puesta a tierra. Cuando más de un conductor de puesta a tierra de equipos de un circuito ramal entre en una caja, todos ellos deben hacer buen contacto eléctrico entre sí, y la conexión debe ser tal que la desconexión o desmontaje de cualquier receptáculo, accesorio, incluyendo una luminaria u otro dispositivo alimentado desde la caja, no interfiera ni interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

(F) Electrodomésticos conectados con cordón. Los electrodomésticos conectados con cordón, tales como las lavadoras, secadoras de ropa, los refrigeradores y el sistema eléctrico de estufas a gas, etc., se deben poner a tierra mediante un cordón aprobado con conductor de puesta a tierra de equipos y clavija de conexión del tipo con polo a tierra.

552.57 Unión de las partes metálicas no portadoras de corriente.

(A) Unión exigida. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente que se puedan llegar a energizar, deben estar unidas en forma efectiva al terminal de puesta a tierra o al envolvente del panel de distribución.

(B) Unión del chasís. Se debe conectar un conductor de unión entre cualquier panel de distribución y un terminal accesible en el chasis. Para la unión no se deben usar conductores de aluminio o de aluminio recubierto de cobre, si dichos conductores o sus terminales están expuestos a elementos corrosivos.

> *Excepción: Se debe considerar como unido cualquier remolque estacionado que emplee una construcción de chasis-bastidor metálico unitario al cual esté fijo firmemente el panel de distribución con tornillo(s) y tuerca(s), o soldado o remachado.*

(C) Requisitos del conductor de unión. Los terminales de puesta a tierra deben ser del tipo sin soldadura y listados como conectores de terminales de presión reconocidos para el calibre de los conductores usados. El conductor de unión debe ser de cobre sólido o trenzado, aislado o desnudo y de calibre mínimo 8 AWG, o su equivalente.

(D) Unión de techos metálicos y recubrimientos exteriores. Los techos y recubrimientos metálicos exteriores se deben considerar como unidos cuando se aplican las dos condiciones siguientes:

(1) Los paneles metálicos se traslapan unos con otros y están fijos firmemente a las partes del bastidor de madera o metal, mediante elementos metálicos de sujeción.

(2) El panel inferior de la cubierta exterior metálica está asegurado por elementos metálicos de sujeción a cada travesaño del chasis, o está conectado al chasis por medio de una correa metálica.

(E) Unión de tuberías de agua, de gas y de desagüe. Se debe considerar que las tuberías de agua, gas y desagüe están puestas a tierra si están unidas al chasis.

(F) Unión del horno y del ducto metálico de aire. El horno y los conductos metálicos de circulación de aire deben estar unidos.

552.58 Sujeción y accesibilidad de los electrodomésticos. Todos los electrodomésticos deben ser accesibles para su inspección, servicio, reparación y reemplazo sin tener que retirar la construcción permanente. Se deben proporcionar medios para fijar firmemente los electrodomésticos en su sitio cuando el remolque está en tránsito.

552.59 Salidas, accesorios incluidas las luminarias, equipo de aire acondicionado, etc., en exteriores.

(A) Listados para uso en exteriores. Los equipos y accesorios, incluyendo las luminarias, que se utilicen en exteriores deben estar listados para este uso. Los receptáculos exteriores o auxiliares deben ser del tipo con tapa con empaquetadura para uso en lugares mojados.

(B) Equipo exterior para calefacción, para aire acondicionado o para ambos. Un remolque estacionado que tenga un circuito ramal diseñado para energizar equipo exterior de calefacción o de aire acondicionado, o ambos, que estén ubicados fuera del remolque, diferentes de los acondicionadores de aire para habitación, debe tener los conductores de ese circuito ramal terminados en una caja listada de salida o en un medio de desconexión, ubicado en el exterior del remolque estacionado. A una distancia no mayor de 150 mm. (6 pulgadas) de la caja o del medio de desconexión listados se debe colocar una etiqueta permanente con la siguiente información:

"ESTA CONEXIÓN ES PARA EQUIPOS DE CALEFACCIÓN Y/O AIRE ACONDICIONADO. EL CIRCUITO RAMAL TIENE UN VALOR NOMINAL NO SUPERIOR A _____ AMPERIOS, A _____ VOLTIOS, 60 HZ, CON CONDUCTORES DE _____ AMPACIDAD. SE DEBE INSTALAR UN MEDIO DE DESCONEXIÓN AL ALCANCE DE LA VISTA DESDE EL EQUIPO".

Se debe indicar el valor nominal correcto en voltios y amperios. La etiqueta no debe tener un espesor inferior a 0.51 mm (0.020 pulgadas), hecho bronce, acero inoxidable, aluminio anodizado o alclad o equivalente mediante grabado, estampado del metal o gofrado. El tamaño de la etiqueta debe ser de 75 mm x 45 mm (3 pulgadas x 1 ¾ de pulgada) como mínimo.

V. Pruebas en fábrica

552.60 Pruebas de fábrica (eléctricos). Cada remolque estacionado se debe someter a las pruebas exigidas en las secciones 552.60 (A) y (B).

(A) Circuitos de 120 voltios o 120/240 voltios. Cada remolque estacionado diseñado con sistemas eléctricos de 120 voltios o 120/240 voltios, debe resistir el potencial aplicado sin

ruptura eléctrica, en prueba de resistencia dieléctrica a 900 voltios durante 1 minuto, o una prueba de resistencia dieléctrica a 1080 voltios durante 1 segundo, con todos los interruptores cerrados, entre los conductores puestos y no puestos a tierra y la tierra del remolque estacionado. Durante la prueba, todos los interruptores y otros controles deben estar en la posición de encendido ("ON"). No se exigirá que pasen esta prueba los accesorios, incluyendo luminarias y electrodomésticos instalados permanentemente.

Cada remolque estacionado debe someterse a:

(1) Una prueba de continuidad para asegurar que todas las partes metálicas están unidas en forma apropiada.

(2) Pruebas operacionales para comprobar que todos los equipos están unidos y funcionan bien.

(3) Verificaciones de polaridad, para determinar si las conexiones han sido hechas apropiadamente.

(4) Los receptáculos que requieren de protección GFCI se deben probar para determinar la función correcta mediante el uso de un dispositivo de prueba GFCI.

(B) Circuitos de baja tensión. Se debe realizar una prueba operacional de los circuitos de baja tensión para demostrar que todo el equipo está conectado y en funcionamiento eléctrico correcto. Esta prueba se debe llevar a cabo en las etapas finales de producción, después de que todas las cubiertas exteriores y la ebanistería hayan sido aseguradas.

ARTÍCULO 553
Edificios flotantes

I. Generalidades

553.1 Alcance. Este Artículo trata del alambrado, acometidas, alimentadores y puesta a tierra de los edificios flotantes.

553.2 Definición.

Edificio flotante. Edificio, tal como se define en el Artículo 100, que flota sobre el agua, está anclado permanentemente en un lugar y tiene la instalación eléctrica del inmueble alimentada mediante su conexión por alambrado permanente a un sistema de alimentación eléctrica no ubicada dentro del mismo inmueble.

553.3 Aplicación de otros artículos. El alambrado para los edificios flotantes debe cumplir las disposiciones aplicables de otros artículos de este Código, con excepción de las modificaciones de este artículo.

II. Acometidas y alimentadores

553.4 Ubicación del equipo de acometida. El equipo de acometida para un edificio flotante debe estar ubicado junto al edificio, pero no dentro ni sobre el edificio ni alguna estructura flotante.

553.5 Conductores de la acometida. Se permitirá que un mismo grupo de conductores de acometida alimente más de un juego de equipos de acometida.

553.6 Conductores del alimentador. Cada edificio flotante debe estar alimentado por un solo juego de conductores del alimentador procedentes de su equipo de acometida.

> *Excepción: Cuando el edificio flotante tenga varias ocupaciones, se permitirá que cada ocupación este alimentada por un solo juego de conductores del alimentador que se extiendan desde el equipo de acometida del usuario hasta el panel de distribución de cada inmueble*.

553.7 Instalación de las acometidas y de los alimentadores.

(A) Flexibilidad. Se debe mantener flexibilidad en el sistema de alambrado entre los edificios flotantes y los conductores de alimentación. Todo el alambrado se debe instalar de modo que el movimiento de la superficie del agua y sus cambios de nivel no den lugar a condiciones inseguras.

(B) Métodos de alambrado. Para los alimentadores, y cuando se requieran conexiones flexibles para las acometidas, se permitirá utilizar conduit metálico flexible hermético a los líquidos o conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, con los accesorios aprobados. Cuando se requiera flexibilidad, para el alimentador de los edificios flotantes se permitirá utilizar cables portátiles de uso extrapesado, listados tanto para lugares mojados como resistentes a la luz del sol. Cuando no se requiera flexibilidad, se permitirá instalar otras canalizaciones adecuadas para el lugar.

> **Nota**: Véanse las secciones 555.1 y 555.13.

III. Puesta a tierra

553.8 Requisitos generales. La puesta a tierra de los edificios flotantes debe cumplir con las secciones 553.8(A) hasta (D).

(A) Puesta a tierra de las partes eléctricas y no eléctricas. La puesta a tierra de las partes tanto eléctricas como no eléctricas de los edificios flotantes se debe hacer a través de la conexión a una barra conductora de puesta a tierra en el panel de distribución del edificio.

(B) Instalación y conexión del conductor de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos se debe instalar con los conductores del alimentador y se debe conectar al terminal de puesta a tierra en el equipo de acometida.

(C) Identificación del conductor de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos debe ser un conductor de cobre aislado con un acabado exterior continuo de color verde o verde con una o más franjas amarillas.
Para conductores con calibre superior al 6 AWG o cuando se usan cables multiconductores, se permitirá la reidentificación de los conductores permitida en las secciones 250.119 (A) (2) (2) y (A) (2) (3) o 250.119 (B) (2) y (B) (3).

(D) Conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra de equipos. El terminal de puesta a tierra en el equipo de acometida debe estar puesto a tierra mediante su conexión a través de un conductor del electrodo de puesta a tierra aislado, hasta un electrodo de puesta a tierra instalado en la orilla.

553.9 Neutro aislado. El conductor del circuito puesto a tierra (neutro) debe ser un conductor aislado identificado de conformidad con la sección 200.6. El conductor del neutro se debe conectar al terminal de puesta a tierra de los equipos en el equipo de acometida y, excepto para esa conexión, debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra de los equipos, de los envolventes de los equipos y todas las demás partes puestas a tierra. Los terminales del conductor del neutro en el panel de distribución y en las estufas, secadoras de ropa, unidades de cocción montada en mesones y similar, deben estar aislados de los envolventes.

553.10 Puesta a tierra de equipos.

(A) Sistemas eléctricos. Todos los envolventes y las partes metálicas expuestas de los sistemas eléctricos se deben conectar a la barra conductora de puesta a tierra.

(B) Electrodomésticos conectados con cordón. Cuando se exija la puesta a tierra, los electrodomésticos conectados con cordón se deben poner a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos en el cordón y una clavija de conexión con polo a tierra.

553.11 Unión de las partes metálicas no portadoras de corriente. Todas las partes metálicas en contacto con el agua, todas las tuberías metálicas y todas las partes metálicas no portadoras de corriente que se puedan energizar, se deben conectar a la barra de puesta a tierra del panel de distribución.

ARTÍCULO 555
Marinas y muelles

555.1 Alcance. Este artículo trata sobre las instalaciones de alambrado y equipos en las áreas que incluyen los muelles, desembarcaderos, diques todos ellos fijos o flotantes y otras áreas en marinas, muelles, anclajes para embarcaciones, cobertizos para botes, clubes de yates, condominios para embarcaciones y toda instalación con servicio de muelle asociados con condominios residenciales, y cualquier lugar de dique múltiple u ocupaciones similares, y lugares similares que se utilicen o se puedan utilizar para reparar, atracar, botar, almacenar o suministrar combustible a pequeños barcos y para el amarre de edificios flotantes.

Los lugares de dique privados, no comerciales, construidos u ocupados para el uso del propietario o los residentes de la unidad de vivienda unifamiliar no se tratan en este artículo.

> **NOTA:** Para mayor información, véase la publicación NFPA 303-2006, Fire Protection Standard for Marinas and Boatyards.

555.2 Definiciones.

Plano de referencia eléctrico. El plano de referencia eléctrico se define así:

(1) En las áreas terrestres sometidas a fluctuación de la marea, el plano de referencia eléctrico es un plano horizontal a 606 mm (2 pies) por encima del nivel más alto de la marea que se presenta para el área, en circunstancias normales, es decir, la marea más alta.

(2) En las áreas terrestres no sometidas a fluctuación de la marea, el plano de referencia eléctrico es un plano horizontal a 606 mm (2 pies) por encima del nivel más alto del agua que se presenta para el área, en circunstancias normales.

(3) El plano de referencia eléctrico para muelles flotantes y embarcaderos flotantes que (a) están instalados para permitir la respuesta de elevación y caída ante el nivel del agua, sin movimiento lateral, y (b) que están equipados de manera que se pueden elevar hasta el plano de referencia establecido para (1) o (2), es un plano horizontal a 762 mm (30 pulgadas) por encima del nivel del agua en el muelle flotante o la plataforma flotante y a una distancia mínima de 305 mm (12 pulgadas) por encima del nivel de la plataforma.

Salida de fuerza de la marina. Ensamble encerrado que puede incluir receptáculos, interruptores automáticos, interruptores con fusibles, fusibles, medidores de watt-hora y medios de monitoreo aprobados para uso en marinas.

555.4 Sistema de distribución. Los sistemas de distribución de muelles y embarcaderos no deben exceder de 600 voltios de fase a fase.

555.5 Transformadores. Los transformadores y envolventes *(enclosures)* deben estar aprobados específicamente para la ubicación prevista. La parte inferior de los envolventes *(enclosures)* para transformadores no debe estar ubicada por debajo del plano de referencia eléctrico.

555.7 Ubicación del equipo de acometida. El equipo de acometida para marinas o muelles flotantes debe estar ubicado junto a la estructura flotante, pero no dentro ni sobre ella.

555.9 Conexiones eléctricas. Las conexiones eléctricas deben estar ubicadas por lo menos a 305 mm (12 pulgadas) por encima de la plataforma del muelle flotante. Se permitirán los empalmes de los conductores, dentro de cajas de empalme aprobadas, que utilicen sistemas de conector de alambre sellados listados e identificados para inmersión cuando estén ubicados por encima de la línea del agua, pero por debajo del campo de referencia eléctrico para muelles flotantes.

Todas las conexiones eléctricas se deben ubicar por lo menos a 305 mm (12 pulgadas) por encima de la plataforma de un muelle fijo, pero no por debajo del plano de referencia eléctrico.

555.10 Gabinetes de los equipos eléctricos.

(A) Aseguramiento y soporte. Los gsbinetes de los equipos eléctricos instalados sobre muelles por encima del nivel de la plataforma se deben asegurar firmemente y sólidamente mediante elementos estructurales, independientemente de cualquier conduit conectado a ellos. Si los gabinetes no se sujetan a superficies de montaje por medio de orejas o lengüetas externas, las cabezas de los tornillos internos se deben sellar para evitar la filtración de agua a través de los orificios de montaje.

(B) Ubicación. Los gabinetes de equipos eléctricos en muelles se deben ubicar de modo que no interfieran con las líneas de amarre.

555.11 Interruptores automáticos, interruptores, paneles de distribución y salidas de fuerza de las marinas. Los interruptores automáticos e interruptores instalados en gabinetes con empaquetadura se deben disponer para permitir la operación manual exigida sin exponer el interior del gabinete. Todos los gabinetes deben tener un orificio de drenaje para descargar la condensación.

555.12 Cálculos de la carga para los conductores de la acometida y del alimentador. Las cargas de alumbrado y otras se deben calcular de acuerdo con la Parte III del Artículo 220 y además, se permitirán los factores de demanda de la Tabla 555.12 para cada circuito de acometida y/o alimentador que alimente a los receptáculos que proporcionan fuerza desde la orilla para las embarcaciones. Se permitirá modificar estos cálculos como se indica en las notas (1) y (2) de la Tabla 555.12. Cuando se aplican los factores de demanda de la Tabla 555.12, no se permitirá usar los factores de demanda que se especifican en la sección 220.61 (B).

Tabla 555.12. Factores de demanda

Número de receptáculos	Suma del valor nominal de los receptáculos (%)
1 - 4	100
5 - 8	90
9 - 14	80
15 – 30	70
31 – 40	60
41 – 50	50
51 – 70	40
71 y en adelante	30

Notas:

1. Cuando los lugares para deslizar embarcaciones tienen dos receptáculos específicamente para un deslizadero individual y estos receptáculos tienen diferentes tensiones (por ejemplo: uno de 30 amperios, 125 voltios, y otro de 50 amperios, 125/250 voltios), sólo se exigirá calcular el receptáculo con la mayor demanda de kilowatts.

2. Si la instalación que se monta incluye contadores auxiliares individuales de kilowatts-hora para cada deslizadero, y se calcula usando los criterios enumerados en la Tabla 555.12, la demanda total en amperios se puede multiplicar por 0.9 para obtener la demanda final en amperios.

> **NOTA**: Estos factores de demanda pueden resultar inadecuados en áreas de calor o frío extremos, en las que los circuitos estén cargados para equipos de calefacción, refrigeración o aire acondicionado.

555.13 Métodos de alambrado e instalación.

(A) Métodos de alambrado.

(1) Generalidades. Se permitirán los métodos de alambrado del Capítulo 3 si están identificados para uso en lugares mojados.

(2) Cables de fuerza portátiles. Se permitirá el uso de cables de fuerza portátiles para uso extrapesado, con valor nominal no inferior a 75º C (167º F), 600 voltios, listados tanto para lugares mojados como resistentes a la luz solar y que tengan una chaqueta externa con designación nominal para resistir temperaturas extremas, aceite, gasolina, ozono, abrasión, ácidos y sustancias químicas. De la siguiente manera:

> (1) Como alambrado permanente en la parte inferior de los muelles (fijos o flotantes).
>
> (2) Cuando se necesite flexibilidad como en los muelles compuestos por secciones flotantes.
>
> (3) Alambrado temporal. No se debe usar alambrado temporal, excepto lo permitido por el Artículo 590, para alimentar de fuerza a las embarcaciones.

(B) Instalación.

(1) Alambrado aéreo. El alambrado aéreo se debe instalar para evitar el posible contacto con los mástiles y otras partes de las embarcaciones que se desplazan en el embarcadero. Los conductores y cables se deben encaminar para evitar que el alambrado se acerque a menos de 6.0 m (20 pies) del borde externo de cualquier parte del embarcadero que se pueda usar para mover las embarcaciones o para montar o desmontar los mástiles.

(2) Circuitos ramales y alimentadores externos. Los circuitos ramales y alimentadores externos deben cumplir el Artículo 225, excepto que las distancias de seguridad para el alambrado aéreo en partes del embarcadero diferentes de las descritas en la sección 555.13 (B) (1) no deben ser inferiores

a 5.49 m (18 pies) sobre el suelo.

(3) Alambrado sobre y bajo agua navegable. El alambrado sobre y bajo aguas navegables debe estar sometido a la aprobación de la autoridad con jurisdicción.

NOTA: Con respecto a los requisitos de los anuncios de advertencia, véase la publicación NFPA 303-2006, Fire Protection Standard for Marinas and Boatyards.

(4) Cables de fuerza portátiles.

(a) Cuando la sección 555.13 (A) (2) permite cables de fuerza portátiles, la instalación debe cumplir las siguientes condiciones:

(1) Los cables deben estar soportados adecuadamente.

(2) Los cables se deben ubicar en la parte inferior del muelle.

(3) Los cables se deben sujetar firmemente mediante abrazaderas no metálicas a los elementos estructurales que no sean los tablones de la plataforma.

(4) No se deben instalar cables donde estén sometidos a daños físicos.

(5) Cuando los cables pasan a través de elementos estructurales, se deben proteger contra el roce por medio de un manguito de material no metálico de mayor tamaño, instalado de manera permanente.

(b) Cuando los cables de fuerza portátiles se usan como lo permite la sección 555.13 (A) (2) (2), debe haber una caja de empalme aprobada resistente a la corrosión con bloques terminales instalados permanentemente en cada sección del muelle a la cual se va a conectar el alimentador y sus extensiones. Las cajas de empalme metálicas y sus cubiertas, así como los tornillos y partes metálicas expuestas externamente a las cajas, deben ser de materiales resistentes a la corrosión o estar protegidos con materiales resistentes a la corrosión.

(5) Protección. Se debe instalar conduit rígido metálico o no metálico adecuado para el lugar con el fin de proteger el alambrado por encima de las plataformas de los muelles y embarcaderos y por debajo del gabinete al cual sirve. El conduit se debe conectar al gabinete mediante roscas estándar completas. Se aceptará el uso de accesorios especiales de material no metálico para la conexión roscada dentro de los gabinetes en conduit rígido no metálico que utilice diseños de unión recomendados por el fabricante del conduit, para la unión del accesorio al conduit, siempre que el equipo y el método de unión estén aprobados y el ensamble cumpla con los requisitos para la instalación en lugares húmedos o mojados, según corresponda.

555.15 Puesta a tierra. El alambrado y el equipo dentro del alcance de este artículo deben ser puestas a tierra como se especifica en el Artículo 250 y como lo exigen las secciones 555.15 (A) hasta (E).

(A) Equipos que se deben poner a tierra. Los siguientes elementos se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos, tendido con los conductores del circuito en la misma canalización, cable o zanja:

(1) Cajas, gabinetes y todos los demás envolventes *(enclosures)* metálicos.

(2) Bastidores metálicos de los equipos de utilización.

(3) Terminales de puesta a tierra de los receptáculos del tipo puesta a tierra.

(B) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos debe ser un conductor de cobre, aislado, con un acabado exterior continuo de color verde o verde con una o más franjas amarillas. Se permitirá identificar en los extremos el conductor de puesta a tierra de un cable del tipo MI. Para los conductores con calibre mayor al 6 AWG o cuando se usan cables multiconductores, se permitirá la reidentificación de los conductores permitida en las secciones 250.119 (A) (2) (b) y (A) (2) (c) o 250.119 (B) (2) y (B) (3).

(C) Calibre del conductor de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos, de cobre aislado, debe tener un calibre de acuerdo con la sección 250.122, pero no inferior al 12 AWG.

(D) Conductor para puesta a tierra de equipos del circuito ramal. El conductor aislado de puesta a tierra de equipos para circuitos ramales debe terminar en un terminal de puesta a tierra, en un panel de distribución remoto o en el terminal de puesta a tierra en el equipo de acometida principal.

(E) Conductores de puesta a tierra de equipos del alimentador. Cuando un alimentador suministra potencia a un panel de distribución remoto, el conductor aislado de puesta a tierra de equipos se debe prolongar desde un terminal de puesta a tierra en el equipo de acometida hasta un terminal de puesta a tierra en el panel de distribución remoto.

555.17 Medios de desconexión para las conexiones de fuerza desde la orilla. Se deben suministrar medios de desconexión para aislar físicamente a cada embarcación de su(s) conexión o conexiones de alimentación.

(A) Tipo. Los medios de desconexión deben constar de un interruptor automático, un interruptor o ambos, y deben estar identificados adecuadamente con respecto al receptáculo que controlan.

(B) Ubicación. El medio de desconexión debe ser fácilmente accesible, estar a no más de 762 mm (30 pulgadas) del receptáculo que controla, y en el circuito de alimentación delante del receptáculo. Se permitirá que los interruptores o interruptores automáticos ubicados en las salidas de fuerza de la marina y que cumplan con esta sección, sirvan como medio de desconexión.

555.19 Receptáculos. Los receptáculos se deben montar a no menos de 305 mm (12 pulgadas) por encima de la superficie de la plataforma del muelle y no por debajo del plano de referencia eléctrico en un muelle fijo.

(A) Receptáculos de fuerza desde la orilla.

(1) Gabinetes. Los receptáculos destinados para suministrar fuerza desde la orilla para las embarcaciones se deben alojar en las salidas de fuerza de la marina listadas como salidas de fuerza para marina o listadas como lugares de montaje, o se deben instalar en gabinetes

listados protegidos contra la intemperie o en gabinetes listados a prueba de intemperie. La integridad del ensamble no se debe afectar cuando los receptáculos están en uso con la inserción de cualquier tipo de clavija de conexión con o sin manguito aislante.

(2) Alivio de la tensión mecánica. Donde sea necesario se deben suministrar medios que reduzcan la tensión mecánica en la clavija y el receptáculo producida por el peso y el ángulo catenario del cordón de fuerza desde la orilla.

(3) Circuitos ramales. Cada receptáculo individual que suministre fuerza desde la orilla para las embarcaciones debe estar alimentado desde una salida de fuerza de la marina o un panel de distribución mediante un circuito ramal individual de la clase de tensión y valor nominal correspondiente al valor nominal del receptáculo.

> **NOTA**: Los receptáculos de alimentación a tensiones diferentes a la marcada en el receptáculo pueden causar sobrecalentamiento o mal funcionamiento del equipo conectado, por ejemplo la alimentación de cargas monofásicas, trifilares de 120/240 voltios desde una fuente trifilar de 208Y/120 voltios.

(4) Valor nominal. La alimentación desde la orilla para las embarcaciones debe ser suministrada por receptáculos individuales con valor nominal no inferior a 30 amperios.

> **NOTA:** Con respecto a los receptáculos del tipo de seguridad y del tipo puesto a tierra para fuerza auxiliar para las embarcaciones, véase la publicación NFPA 303-2006, Fire Protection Standard For Marinas and Boatyards.

(a) Los receptáculos con valor nominal de 30 y 50 amperios deben ser del tipo de seguridad y del tipo puesta a tierra.

> **NOTA:** Con respecto a las diversas configuraciones y valores nominales de los receptáculos y clavijas del tipo de seguridad y tipo puesta a tierra, véase la publicación ANSI/NEMA 18WD 6-1989, Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacles de la National Electrical Manufacturers Association.

(b) Los receptáculos con valor nominal de 60 y 100 amperios deben ser del tipo con pin y manga.

> **NOTA:** Con respecto a las diversas configuraciones y valores nominales de los receptáculos de pin y manga, véase la publicación ANSI/UL 1686, UL Standard for Safety Pin and Sleeve Configurations.

(B) Diferentes a los de fuerza desde la orilla.

(1) Protección del personal con interruptor del circuito contra fallas a tierra (GFCI).
Los receptáculos de 125 voltios y de 15 y 20 amperios, monofásicos, instalados en exteriores, en cobertizos para botes, en edificios usados para almacenamiento, mantenimiento o reparación donde se deben usar herramientas eléctricas manuales portátiles, equipo de diagnóstico eléctrico o equipo de alumbrado portátil debe tener protección GFCI para el personal. Los receptáculos en otros lugares se deben proteger de acuerdo con la sección 210.8 (B).

(2) Marcado. Se permitirá que los receptáculos diferentes de los que alimentan fuerza desde la orilla a las embarcaciones estén alojados en las salidas de fuerza de la marina con los receptáculos que

alimentan fuerza desde la orilla a las embarcaciones, siempre que estén marcados claramente para indicar que no se deben usar para suministrar fuerza a las embarcaciones.

555.21 Estaciones de suministro de gasolina - lugares (clasificados como) peligrosos.

(A) Generalidades. Los equipos y el alambrado eléctricos ubicados en o que alimentan los lugares de suministro de combustible para motores deben cumplir lo establecido en el Artículo 514 además de los requisitos de este artículo. Todo el alambrado eléctrico para fuerza y alumbrado se debe instalar en el lado del desembarcadero, muelle o embarcadero opuesto al sistema de tubería que lleva el líquido.

> **NOTA:** Para información adicional, véanse las publicaciones NFPA 303-2006, Fire Protection Standard for Marinas and Boatyards y NFPA 30A-2008, Motor Fuel Dispensing Facilities and Repair Garages.

(B) Clasificación de áreas de Clase I, Divisiones 1 y 2. Se deben utilizar los siguientes criterios con el fin de aplicar la Tabla 514.3 (B) (1) y la Tabla 514.3 (B) (2) para el equipo de suministro de combustible para motores en muelles, desembarcaderos o embarcaderos flotantes o fijos.

(1) Construcción cerrada. Cuando la construcción de los muelles, desembarcaderos o embarcaderos flotantes es cerrada, de manera que no hay espacio entre la parte inferior del muelle, desembarcadero o embarcadero y el agua, por ejemplo la construcción con espuma expandida encerrada en concreto o una construcción similar, y que tienen cajas de acometida integradas con bastidores de alimentación, se deben aplicar las siguientes condiciones:

(a) El espacio por encima de la superficie del muelle, desembarcadero o embarcadero flotante debe ser un lugar Clase I, División 2 con distancias como las identificadas en la tabla 514.3 (B) (1), Dispensador y exterior.

(b) El espacio por debajo de la superficie del muelle, desembarcadero o embarcadero flotante con áreas o envolventes (enclosures) tales como tinas, huecos, fosos, bóvedas, cajas, depresiones, bastidores de las tuberías de combustible o espacios similares en los que se pueda acumular líquido o vapor inflamable, debe ser un lugar Clase I, División 1.

Excepción No. 1: Se permitirá que las secciones del muelle, desembarcadero o embarcadero que no den soporte a dispensadores de combustible y que lindan pero están a 6.0 m (20 pies) o más desde las secciones del embarcadero que dan soporte al(os) dispensador(es) de combustible, sean de Clase I, División 2 cuando exista un espacio de aire documentado entre las secciones del embarcadero que permita que los líquidos o vapores inflamables se disipen y eviten que se muevan hacia estas secciones del embarcadero. Tal documentación debe cumplir con la sección 500.4 (A).

Excepción No. 2: Se permitirá que las secciones del muelle, desembarcadero o embarcadero que no den soporte a dispensadores de combustible y que no linden directamente con las secciones que sí lo hacen sean no clasificadas cuando exista un espacio de aire documentado y los líquidos o vapores inflamables no se puedan mover a estas secciones del embarcadero. Tal documentación debe cumplir con la sección 500.4 (A).

NOTA: Con respecto a los requisitos de la documentación, véase la sección 500.4 (A).

(2) Construcción abierta. Cuando la construcción de los muelles, desembarcaderos o embarcaderos sea abierta, como por ejemplo plataformas construidas sobre vigas longitudinales sostenidas por pilotes, flotadores, pontones o construcción similar, se deben aplicar lo siguiente:

(a) El área de 450 mm (18 pulgadas) por encima de la superficie del embarcadero, muelle o desembarcadero y que se prolongue 6.0 m (20 pies) horizontalmente en todas las direcciones desde el borde externo del dispensador y hacia abajo hasta el nivel del agua, debe ser de Clase I, División 2.

(b) Los gabinetes tales como tinas, huecos, fosos, bóvedas, cajas, depresiones, bastidores de las tuberías o espacios similares en los que se pueda acumular líquido o vapor inflamable a una distancia máxima de 6.0 m (20 pies) del dispensador, debe ser un lugar Clase I, División 1.

555.22 Instalaciones para reparación - lugares (clasificados como) peligrosos. Los equipos y el alambrado eléctrico, ubicados en instalaciones para reparación de embarcaciones marinas que contengan líquidos o gases inflamables o combustibles deben cumplir el Artículo 511, además de los requisitos de este artículo.

555.23 Montacargas, rieles, grúas y monorrieles marinos. Los motores y controles para montacargas, rieles, grúas y monorrieles marinos no se deben ubicar por debajo del plano de referencia eléctrico. Cuando sea necesario proporcionar energía eléctrica a un montacarga o grúas móviles en el embarcadero y se utilice un cable móvil, éste debe ser un cable de fuerza portátil listado, con valor nominal para las condiciones de uso y se debe equipar de una chaqueta externa con color distintivo por razones de seguridad.

ARTÍCULO 590
Instalaciones temporales

590.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a instalaciones eléctricas temporales de alumbrado y fuerza.

590.2 Todas las instalaciones de alambrado.

(A) Otros artículos. Con excepción de lo modificado específicamente en este artículo, a las instalaciones de alambrado temporal se deben aplicar todos los otros requisitos de este Código para alambrado permanente.

(B) Aprobación. Los métodos de alambrado temporal se deben aceptar únicamente si están aprobados con base en las condiciones de uso y en todo requisito especial de la instalación temporal.

590.3 Restricciones de tiempo.

(A) Durante el periodo de construcción. Se permitirán instalaciones eléctricas temporales de alumbrado y fuerza durante el periodo de construcción, remodelación, mantenimiento, reparación o demolición de edificios, estructuras, equipos, o actividades similares.

(B) Noventa días. Se permitirán instalaciones eléctricas temporales de alumbrado y fuerza por un periodo no superior a 90 días para propósitos de alumbrado decorativo festivo, y similares.

(C) Emergencias y pruebas. Se permitirán instalaciones eléctricas temporales de alumbrado y fuerza durante las emergencias y para pruebas, experimentos y trabajo de desarrollo.

(D) Remoción. El alambrado temporal se debe remover inmediatamente después de la terminación de la construcción o del fin para el cual se instaló el alambrado.

590.4 Generalidades.

(A) Acometidas. Las acometidas se deben instalar de conformidad con las Partes I hasta VIII del Artículo 230, según sea aplicable.

(B) Alimentadores. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente se deben suministrar de acuerdo con las secciones 240.4, 240.5, 240.100 y 240.101. Los alimentadores deben tener su origen en un centro de distribución aprobado. Se permitirán conductores dentro de los ensambles de cable o dentro de los cordones o cables multiconductores de un tipo identificado en la Tabla 400.4 para uso pesado o extrapesado. Para el propósito de esta sección, se permitirá estructuras sin limitación alguna de altura ni limitación debida al tipo de construcción del edificio y sin ocultarlos dentro de paredes, pisos o cielos rasos.

> *Excepción: Se permitirán conductores aislados individuales cuando se instalen para los propósitos que se especifican en la sección 590.3(C), y sean accesibles sólo a personas calificadas.*

(C) Circuitos ramales. Todos los circuitos ramales se deben originar en una salida de fuerza o un panel de distribución aprobados. Se permitirán conductores dentro de los ensambles de cable o

dentro de los cordones o cables multiconductores de un tipo identificado en la Tabla 400.4 para uso pesado o extrapesado. Los conductores se deben proteger contra sobrecorriente según se indica en las secciones 240.4, 240.5 y 240.100. Para el propósito de esta sección, se permitirá usar cables de los tipos NM y NMC en viviendas, edificios o estructuras sin limitación alguna de altura ni limitación debida al tipo de construcción del edificio y sin ocultarlos dentro de paredes, pisos o cielos rasos.

> *Excepción: Se permitirá que los circuitos ramales instalados para los propósitos que se especifican en las secciones 590.3 (B) o 590.3 (C) estén tendidos como conductores aislados individuales. Cuando el alambrado se instala según la sección 590.3 (B), la tensión a tierra no debe exceder 150 voltios, el alambrado no se debe someter a daños físicos y los conductores deben estar soportados sobre aisladores a intervalos no superiores a 3.0 m (10 pies), o, para iluminación colgante, los conductores se deben disponer de tal manera que la tensión mecánica excesiva no se transmita a los portalámparas.*

(D) Receptáculos. Todos los receptáculos deben ser del tipo puesta a tierra. A menos que se instalen en una canalización metálica continua que califique como un conductor de puesta a tierra de equipos, según la sección 250.118 o un cable con recubrimiento metálico continuo que califique como un conductor de puesta a tierra de equipos, según la sección 250.118, todos los circuitos ramales deben incluir un conductor separado de puesta a tierra de equipos, y todos los receptáculos se deben conectar eléctricamente al (los) conductor(es) de puesta a tierra de equipos. Los receptáculos en los lugares de construcción no se deben instalar en circuitos ramales que alimenten el alumbrado temporal. Los receptáculos no se deben conectar al mismo conductor no puesto a tierra de circuitos multifilares que alimenten el alumbrado temporal.

(E) Medios de desconexión. Se deben instalar interruptores de desconexión o conectores de clavija adecuados para permitir la desconexión de todos los conductores no puestos a tierra de cada circuito temporal. Los circuitos ramales multifilares deben estar equipados con medios que desconecten simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra en la salida de fuerza o el panel de distribución en el cual se origina el circuito ramal. Se permitirán los enlaces de las palancas de accionamiento identificados.

(F) Protección de las lámparas. Todas las lámparas para iluminación general se deben proteger contra el contacto accidental o la ruptura mediante una luminaria adecuada o un portalámpara con protección.
No se deben usar portalámparas con casquillo metálico recubierto con papel, ni otros tipos de portalámparas de metal recubierto a menos que el casquillo esté puesto a tierra.

(G) Empalmes. En los sitios de construcción no se exigirá una caja para los empalmes o conexiones de unión cuando los conductores del circuito sean ensambles de cable o cordón multiconductores, siempre que se conserve la continuidad de la puesta a tierra del equipo con o sin la caja. Véanse las secciones 110.14 (B) y 400.9. Se debe utilizar una caja, cuerpo de conduit o un accesorio terminal que tenga un orificio con adaptador separado para cada conductor, siempre que se haga un cambio en el sistema de conduit o tubería o en el sistema de cable recubierto con metal.

(H) Protección contra daños accidentales. Los cables y cordones flexibles se deben proteger contra daños accidentales. Se deben evitar las esquinas o prolongaciones con bordes afilados. Cuando atraviesen los claros de las puertas o puntos de restricción, se deben dotar de protección

para evitar los daños.

(I) Terminación(es) en los dispositivos. Los cordones y cables flexibles que entran en envolventes que contienen dispositivos que requieren de terminación, deben estar asegurados a la caja con accesorios diseñados para tal propósito.

(J) Soporte. Los ensambles de cables y los cordones y cables flexibles deben estar soportados en su lugar a intervalos que garanticen que estarán protegidos contra daños físicos. El soporte se debe hacer usando grapas, enlaces de cable, correas o accesorios de tipo similar instalados de modo que no causen daños. No se debe utilizar la vegetación para sostener los tramos aéreos de los circuitos ramales o los alimentadores.

> *Excepción: Para alumbrado festivo de acuerdo con la sección 590.3 (B), cuando los conductores o cables estén dispuestos con dispositivos adecuados de alivio de tensión mecánica, se permitirá utilizar dispositivos de absorción de tensión u otros medios aprobados para evitar el daño debido al movimiento de la vegetación, se permitirá el uso de los árboles para sostener los tramos aéreos de los conductores del circuito ramal o los cables.*

590.5 Listado del alumbrado decorativo. El alumbrado decorativo utilizado para alumbrado festivo y propósitos similares, según la sección 590.3 (B), debe estar listado.

590.6 Protección de personal contra fallas a tierra. Se deberá suministrar protección al personal contra fallas a tierra para todas las instalaciones del alambrado temporal de acuerdo con las secciones 590.6 (A) y (B). Esta sección se debe aplicar únicamente a instalaciones de alambrado temporal usadas para suministrar alimentación temporal a los equipos usados por el personal durante las actividades de construcción, remodelación, mantenimiento, reparación o demolición de edificios, estructuras o equipos o actividades similares. Esta sección se debe aplicar a la alimentación derivada de una compañía de servicio eléctrico o de una fuente de energía generada en el sitio.

(A) Salidas de los receptáculos. Todas las salidas de receptáculos monofásicos, de 125 voltios, 15, 20 y 30 amperios que no formen parte del alambrado permanente de un edificio o estructura y que sean utilizadas por el personal, deben tener protección para el personal con un interruptor de circuito contra fallas a tierra. Si uno o varios receptáculos están instalados o forman parte del alambrado permanente del edificio o la estructura y se usan para la alimentación eléctrica temporal, se debe suministrar protección del personal con un interruptor de circuito contra fallas a tierra. Para los propósitos de esta sección, se permitirán los grupos de cordones o los dispositivos que tienen incorporada la protección del personal con un interruptor del circuito contra fallas a tierra listada e identificada para uso portátil

> *Excepción: Únicamente en establecimientos industriales cuyas condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo está implicado personal calificado, se permitirá un programa de conductor de puesta a tierra asegurado, como se especifica en la sección 590.6 (B)(2), sólo para aquellas salidas de receptáculos usadas para alimentar al equipo que crearía un mayor peligro si se interrumpiera la fuerza, o que tenga un diseño que no sea compatible con la protección con GFCI.*

(B) Uso de otras salidas. Los receptáculos diferentes de los monofásicos, de 125 voltios, 15, 20 y 30

amperios deben tener protección acorde con la sección (B) (1) o un programa de conductor de puesta a tierra de equipos asegurado de acuerdo con la sección (B) (2).

(1) Protección con GFCI. Protección del personal con interruptor de circuito contra fallas a tierra.

(2) Programa de conductor de puesta a tierra de equipos asegurado. Programa escrito de conductor de puesta a tierra de equipos asegurado que se hace cumplir continuamente en el sitio por parte de una o más personas designadas para garantizar que los conductores de puesta a tierra de equipos para todos los grupos de cordones, receptáculos que no son parte del alambrado permanente del edificio o la estructura, y el equipo conectado con cordón y clavija, estén instalados y mantenidos de acuerdo con los requisitos aplicables de las secciones 250.114, 250.138. 406.3 (C) y 590.4 (D).

(a) Las siguientes pruebas se deben realizar en todos los grupos de cordones, receptáculos que no son parte del alambrado permanente del edificio o la estructura, y en los equipos conectados con cordón y clavija que se exige que estén conectados a un conductor de puesta a tierra de equipos.

(1) Todos los conductores de puesta a tierra de equipos se deben probar para determinar la continuidad, y deben ser eléctricamente continuos.

(2) Cada receptáculo y clavija de conexión se deben probar para determinar la conexión correcta del conductor de puesta a tierra de equipos. Este conductor se debe conectar a su terminal propio.

(3) Todas las pruebas exigidas se deben llevar a cabo de la siguiente manera:

a. Antes del primer uso en el sitio.
b. Cuando existe evidencia de daño.
c. Antes de que el equipo vuelva al servicio después de cualquier reparación.
d. A intervalos no superiores a tres meses.

(b) Las pruebas exigidas en el numeral (2) (a) se deben registrar y poner a disposición de la autoridad con jurisdicción.

590.7 Resguardo. Para alambrado de más de 600 voltios nominales, se deben suministrar cercado, barreras u otros medios eficaces para limitar el acceso únicamente a personal calificado y autorizado.

ARTÍCULO 600
Anuncios luminosos eléctricos e iluminación de contorno

I. Generalidades

600.1 Alcance. Este artículo trata de la instalación de los conductores y los equipos para los anuncios luminosos eléctricos y la iluminación de contorno. Todas las instalaciones y los equipos que usan tubos de neón, tales como anuncios, elementos decorativos, esqueletos de tubos o formas artísticas son tratados en este artículo.

600.2 Definiciones.

Alumbrado de descarga eléctrica. Sistema de iluminación que utiliza lámparas fluorescentes, lámparas de descarga de alta intensidad (HID) o tubos de neón.

Anuncio de secciones. Sistema de anuncios o iluminación de contorno, despachado como sub-ensambles, que requieren de alambrado instalado en campo entre los sub-ensambles para completar todo el anuncio. Los sub-ensambles se unen físicamente para formar una sola unidad de anuncio o se instalan como partes separadas remotas de un solo anuncio.

Cuerpo del anuncio. Parte de un anuncio que lo puede proteger de la intemperie pero que no es un gabinete eléctrico.

Esqueletos de tubos. Tubos de neón que forman por sí mismos el anuncio luminoso o la iluminación de contorno, sin estar unidos a un gabinete o cuerpo del aviso.

Tubos de neón. Tubos de descarga eléctrica fabricados en forma de letras, partes de letras, esqueletos de tubos, luces de contorno u otras formas decorativas o artísticas, llenos con diversos gases inertes.

600.3 Listado. Los anuncios luminosos eléctricos, los anuncios de secciones y la iluminación de contorno, ya sean fijos, móviles o portátiles, deben estar listados y se deben instalar de acuerdo con ese listado, excepto si se aprueba otra cosa mediante permiso especial.

(A) Esqueletos de tubos instalados en campo. No se exigirá que los esqueletos de tubos instalados en campo sean listados, siempre que se instalen de acuerdo con lo establecido en este Código.

(B) Iluminación de contorno. No se exigirá que la iluminación de contorno sea listada como un sistema, cuando consista en luminarias listadas, alambradas de acuerdo con el Capítulo 3.

600.4 Marcado.

(A) Sistemas de anuncios luminosos e iluminación de contorno. Los sistemas de anuncios luminosos e iluminación de contorno deben estar marcados con el nombre del fabricante, marca comercial u otro medio de identificación y además con la tensión de entrada y la corriente nominal.

(B) Anuncios con portalámparas para lámparas incandescentes. Los anuncios y sistemas de iluminación de contorno con portalámparas para lámparas incandescentes deben marcarse con el fin de señalar la potencia máxima permitida en watts de las lámparas por cada portalámpara. Las marcas deben instalarse de forma permanente, en letras de mínimo 6 mm (¼ de pulgada) de altura y deben ubicarse en un sitio visible durante el reemplazo de la(s) lámpara(s).

(C) Anuncios de secciones. Los anuncios de secciones se deben marcar para indicar que se exige alambrado en campo e instrucciones de instalación.

600.5 Circuitos ramales.

(A) Circuitos ramales exigidos. Todos los edificios comerciales y ocupaciones comerciales de un edificio, a los que tengan acceso los peatones, deben estar dotados como mínimo de una salida, en un lugar accesible en cada entrada hacia cada espacio ocupado para la conexión de sistemas de iluminación de contorno o de anuncios luminosos. La(s) salida(s) debe(n) estar alimentada(s) desde un circuito ramal de 20 amperios nominales, como mínimo, que no alimente otras cargas. Los corredores o pasillos hasta la acometida no se deben considerar como accesibles a los peatones.

(B) Valor nominal. Los circuitos ramales que alimentan a los anuncios luminosos deben tener un valor nominal de acuerdo con las secciones 600.5 (B) (1) o (B) (2).

(1) Incandescente y fluorescente. Los circuitos ramales de alimentación para sistemas de anuncios luminosos y de iluminación de contorno que incluyan formas de iluminación incandescente y fluorescente, deben tener una corriente nominal que no exceda los 20 amperios.

(2) Neón. Los circuitos ramales que alimenten instalaciones con tubos de neón no deben tener una corriente nominal mayor a 30 amperios.

(C) Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado usados para la alimentación de los anuncios luminosos deben cumplir con las secciones 600.5 (C) (1), (C) (2) y (C) (3).

(1) Alimentación. El método de alambrado usado para la alimentación de los sistemas de anuncios luminosos y de iluminación de contorno debe terminar dentro de un anuncio luminoso, del gabinete de un sistema de iluminación de contorno, de una caja adecuada o de un cuerpo de conduit.

2) Gabinetes como cajas de paso. Se permitirá usar los gabinetes de los anuncios luminosos y de los transformadores como cajas de paso o de empalme para los conductores de alimentación a sistemas adyacentes de anuncios luminosos, a sistemas de iluminación de contorno o reflectores que formen parte de un anuncio luminoso; se permitirá que los gabinetes contengan conductores del circuito ramal y del secundario.

(3) Postes metálicos o no metálicos. Se permitirá que los postes metálicos o no metálicos utilizados como soporte de los anuncios luminosos encierren los conductores de alimentación, siempre que los postes y los conductores se instalen de acuerdo con la sección 410.30 (B).

600.6 Desconectivos. Todos los sistemas de anuncios luminosos e iluminación de contorno, o circuito del alimentador o circuito ramal que alimenten un sistema de anuncio luminoso o de iluminación de contorno, deben estar controlados por un interruptor o un interruptor automático operable

desde el exterior que abra todos los conductores no puestos a tierra. Los sistemas de anuncios luminosos e iluminación de contorno, ubicados dentro de las fuentes, deberán tener el desconectivo ubicado de acuerdo con la sección 680.12.

Excepción No. 1: No se exigirá un medio de desconexión para los anuncios indicadores de las salidas ubicados en el interior de un edificio.

Excepción No. 2: No se exigirá un medio de desconexión para los anuncios luminosos que sean conectados con cordón y clavija de conexión.

(A) Ubicación.

(1) Al alcance de la vista desde el anuncio. El medio de desconexión debe estar al alcance de la vista desde el anuncio luminoso o iluminación de contorno que controla. Cuando el medio de desconexión esté fuera del alcance de la vista desde cualquier parte que pueda estar energizada, el medio de desconexión se debe poder bloquear en la posición de abierto. Las disposiciones para el bloqueo o para agregar un candado al medio de desconexión deben permanecer en su lugar en el interruptor o interruptor automático esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o interruptor automático.

(2) Al alcance de la vista desde el controlador. Las siguientes condiciones se deben aplicar a los sistemas de anuncios luminosos e iluminación de contorno que son operados por controladores electrónicos o electromecánicos ubicados en el exterior del sistema del anuncio luminoso o iluminación de contorno:

(1) Se permitirá que el medio de desconexión esté ubicado al alcance de la vista desde el controlador o en el mismo gabinete con el controlador.

(2) El medio de desconexión debe desconectar el sistema del anuncio luminoso o iluminación de contorno y el controlador de todos los conductores de alimentación no puestos a tierra.

(3) El medio de desconexión debe estar diseñado de manera tal que ningún polo se pueda operar independientemente y se debe poder bloquear en la posición abierta. Las disposiciones para el bloqueo o para agregar un candado al mediode desconexión deben permanecer en su lugar en el interruptor o interruptor automático esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o interruptor automático.

(B) Valor nominal de los interruptores de control. Los interruptores, destelladores y dispositivos similares que controlen transformadores y fuentes de alimentación electrónicas, deben tener un valor de corriente nominal adecuada para controlar las cargas inductivas o tener un valor nominal de corriente no menor al doble de la corriente nominal del transformador.

NOTA. Con respecto a los interruptores de acción rápida, véase la sección 404.14.

600.7 Puesta a tierra y unión.

(A) Puesta a tierra.

(1) Puesta a tierra de equipos. Se deben poner a tierra los anuncios luminosos y el equipo metálico de los sistemas de iluminación de contorno mediante su conexión al conductor de puesta a tierra de equipos del(los) circuito(s) ramal(es) de alimentación o del alimentador que usen los tipos de conductores de puesta a tierra de equipos que se especifican en la sección 250.118.

> *Excepción: No se exigirá que los anuncios luminosos portátiles conectados con cordón se conecten al conductor de puesta a tierra de equipos si están protegidos por un sistema de doble aislamiento o su equivalente. El equipo con doble aislamiento debe estar marcado de manera distintiva.*

(2) Calibre del conductor de puesta a tierra de equipos. El calibre del conductor de puesta a tierra de equipos debe estar acorde con la sección 250.122 con base en el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege los conductores del circuito ramal o del alimentador que dan alimentación al anuncio luminoso o al equipo.

(3) Conexiones. Las conexiones del conductor de puesta a tierra de equipos se deben hacer de acuerdo con la sección 250.130 y con un método especificado en la sección 250.8.

(4) Electrodo auxiliar de puesta a tierra. Se permitirá electrodo(s) auxiliar(es) de puesta a tierra para los sistemas de anuncios luminosos e iluminación de contorno tratados en este artículo y debe(n) cumplir los requisitos de la sección 250.54.

(5) Partes metálicas del edificio. No se permitirán las partes metálicas de un edificio como un conductor del retorno del secundario ni como un conductor de puesta a tierra de equipos.

(B) Unión.

(1) Unión de las partes metálicas. Las partes y equipos metálicos de los sistemas de anuncios luminosos e iluminación de contorno deben estar unidos entre sí y al transformador asociado o al conductor de puesta a tierra de equipos de la fuente de alimentación del circuito ramal o del alimentador que dan alimentación al sistema de anuncio luminoso o iluminación de contorno y deben cumplir los requisitos de la sección 250.90.

(2) Uniones. Las uniones se deben hacer de acuerdo con la sección 250.8.

(3) Partes metálicas del edificio. No se permitirá que las partes metálicas del edificio se utilicen como medio de unión de las partes y equipos metálicos de los sistemas de anuncios luminosos o iluminación de contorno juntos o al transformador o al conductor de puesta a tierra de equipos de la fuente de alimentación del circuito de alimentación.

(4) Longitud del conduit metálico flexible. Se permitirá usar como un medio de unión, el conduit metálico flexible listado o el conduit metálico flexible hermético a los líquidos listado que encierren el conductor del circuito del secundario desde un transformador o fuente de alimentación para su uso con tubos de neón, si la longitud total acumulada del conduit en el circuito del secundario no excede de 30 m (100 pies).

(5) Partes metálicas pequeñas. No se exigirá unir las partes metálicas pequeñas que no excedan de 50 mm (2 pulgadas) en ninguna dimensión, que no tengan la probabilidad de energizarse y se encuentren separadas por una distancia mínima de 19 mm (¾ de pulgada) de los tubos de neón.

(6) Conduit no metálico. Cuando se utilice conduit no metálico listado para encerrar el conductor del circuito del secundario desde un transformador o fuente de alimentación y se exija un conductor de unión, éste debe instalarse por separado y alejado del conduit no metálico y separarse una distancia mínima de 38 mm (1 ½ pulgadas) del conduit cuando se opere el circuito a 100 Hz o menos o a 45 mm (1 ¾ pulgadas) cuando el circuito se opera por encima de 100 Hz.

(7) Conductores de unión. Los conductores de unión deben cumplir lo especificado en los literales (a) y (b).

(a) Los conductores de unión deben ser de cobre y de calibre igual o superior al 14 AWG.

(b) Los conductores de unión instalados externamente a un anuncio luminoso o a una canalización se deben proteger contra daños físicos.

(8) Anuncios luminosos en las fuentes. Los anuncios luminosos o iluminaciones de contorno instalados dentro de una fuente deben tener todas las partes metálicas unidas al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito ramal para el sistema de recirculación de la fuente. La unión debe estar lo más cerca que sea factible de la fuente y se permitirá que se haga a los sistemas de tubería metálica que estén unidos de acuerdo con la sección 680.53.

NOTA: Véase a la sección 600.32 (J) para información acerca de las restricciones en cuanto a la longitud de los conductores secundarios de alta tensión.

600.8 Gabinetes. Las partes vivas, diferentes de las lámparas y tubos de neón, deben estar encerradas. No se exigirá que tengan un gabinete adicional los transformadores y las fuentes de alimentación que tengan un gabinete integral, incluyendo un gabinete de empalme de los conductores del primario y del secundario.

(A) Resistencia. Los gabinetes deben tener alta resistencia estructural y rigidez.

(B) Material. Los gabinetes de los sistemas de avisos luminosos y de iluminación de contorno deben ser de metal o estar listados.

(C) Espesor mínimo del metal del gabinete. La lámina de cobre o de aluminio debe tener un espesor mínimo de 0.51 mm (0.020 pulgadas). Si es lámina de acero, ésta debe tener un espesor mínimo de 0.41 mm (0.016 pulgadas).

(D) Protección del metal. Todas las partes metálicas de estos equipos deben estar protegidas contra la corrosión.

600.9 Ubicación.

(A) Vehículos. Los equipos de los sistemas de anuncios luminosos o de iluminación de contorno deben estar como mínimo a 4.3 m (14 pies) por encima de las zonas accesibles a los vehículos, a menos que

estén protegidos contra daños físicos.

(B) Peatones. Los tubos de neón diferentes a los de anuncios luminosos portátiles de ubicación seca, fácilmente accesibles a los peatones, deben estar protegidos contra daños físicos.

NOTA: Véase la sección 600.41 (D) con respecto a los requisitos adicionales.

(C) Adyacentes a materiales combustibles. Los sistemas de anuncios luminosos y de iluminación de contorno deben instalarse de modo que los materiales combustibles adyacentes no estén sometidos a temperaturas superiores a 90° C (194° F).

La distancia entre la madera u otros materiales combustibles y las lámparas incandescentes o de HID o las portalámparas no debe ser inferior a 50 mm (2 pulgadas).

(D) Lugares mojados. Los equipos para sistemas de avisos luminosos y de iluminación de contorno para uso en lugares mojados, diferentes de los del tipo listado y hermético al agua, deben ser a prueba de intemperie y tener orificios de drenaje, si fuera necesario, de acuerdo con lo siguiente:

(1) Los orificios de drenaje no deben tener más de 13 mm (½ pulgada) ni menos de 6 mm (¼ de pulgada).

(2) En todos los puntos bajos o partes separadas de los equipos debe haber como mínimo un orificio de drenaje.

(3) Los orificios de drenaje deben estar ubicados de modo que no encuentren obstrucciones externas.

600.10 Anuncios luminosos portátiles o móviles.

(A) Soporte. Los anuncios luminosos portátiles o móviles deben estar sostenidos adecuadamente y ser fácilmente movibles sin necesidad de herramientas.

(B) Clavija de conexión. Cada anuncio luminoso portátil o móvil debe tener una clavija de conexión.

(C) En lugares húmedos o mojados. Los anuncios luminosos portátiles o móviles para lugares húmedos o mojados deben cumplir con las secciones 600.10 (C) (1) y (C) (2).

(1) Cordones. Todos los cordones deben ser de trabajo pesado o semipesado, como se designan en la Tabla 400.4, y deben tener un conductor de puesta a tierra de equipos.

(2) Interruptor de circuito contra fallas a tierra. Los anuncios luminosos portátiles o móviles deben tener instalado de fábrica un interruptor de circuito contra fallas a tierra, para la protección del personal. Dicho interruptor debe formar parte integral de la clavija de conexión o estar ubicado en el cordón de alimentación, a una distancia no mayor de 300 mm (12 pulgadas) de la clavija de conexión.

(D) Lugares secos. Los anuncios luminosos portátiles o móviles para lugares secos deben cumplir con las siguientes condiciones:

(1) Los cordones deben ser SP-2, SPE-2, SPT-2 o más fuertes, como se designan en la Tabla 400.4.

(2) El cordón no debe tener más de 4.5 m (15 pies) de longitud.

600.12 Alambrado del secundario instalado en campo. El alambrado del secundario instalado en campo para sistemas de anuncios luminosos e iluminación de contorno debe estar de acuerdo con las secciones 600.12 (A), (B) o (C).

(A) De 1000 voltios o menos. El alambrado del circuito del secundario de 1000 voltios o menos debe cumplir con la sección 600.31.

(B) De más de 1000 voltios. El alambrado del circuito del secundario de más de 1000 voltios debe cumplir con la sección 600.32.

(C) De menos de 50 voltios. El alambrado del circuito del secundario de menos de 50 voltios se debe instalar de acuerdo con alguno de los siguientes métodos:

(1) Cualquier método de alambrado incluido en el Capítulo 3, adecuado para las condiciones.

(2) Cuando la fuente de alimentación cumple con los requisitos de la sección 725.121, se permitirá que los métodos de alambrado se instalen de acuerdo con la sección 725.130 (A) o (B).

600.21 Balastros, transformadores y fuentes electrónicas de alimentación.

(A) Accesibilidad. Los Balastros, transformadores y fuentes electrónicas de alimentación deben estar ubicados donde sean accesibles y deben estar asegurados firmemente en su lugar.

(B) Ubicación. Los Balastros, transformadores y fuentes electrónicas de alimentación deben instalarse lo más cerca que se pueda de las lámparas o tubos de neón, de manera que los conductores secundarios sean lo más cortos posible.

(C) Lugares mojados. Los Balastros, transformadores y fuentes electrónicas de alimentación, utilizados en lugares mojados deben ser del tipo a prueba de intemperie o del tipo para exteriores y deben estar protegidos contra la intemperie mediante su instalación en el cuerpo del anuncio o en un envolvente separado.

(D) Espacio de trabajo. Para todos los Balastros, transformadores y fuentes electrónicas de alimentación o su gabinete, cuando no estén instalados en un anuncio luminoso, se debe dejar un espacio de trabajo de mínimo 900 mm (3 pies) de alto, 900 mm (3 pies) de ancho y 900 mm (3 pies) de fondo.

(E) En áticos y cornisas. Se permitirá instalar los Balastros, transformadores y fuentes electrónicas de alimentación en áticos y cornisas, siempre que haya una puerta de acceso de 900 mm por 562.5 mm (36 pulgadas por 22 ½ pulgadas) como mínimo, y un pasillo de mínimo 900 mm (3 pies) de alto por 600 mm (2 pies) de ancho con un corredor permanente y adecuado de por lo menos 300 mm (12 pulgadas) de ancho, que vaya desde el punto de entrada hasta cada componente. En estos espacios se debe instalar por lo menos una salida de alumbrado que tenga un interruptor o que esté controlada por un interruptor de pared. Por lo menos un punto de control debe estar en el punto usual de entrada a estos espacios. La salida de alumbrado debe estar en o cerca del equipo que necesita servicio.

(F) En cielos rasos suspendidos. Se permitirá instalar los Balastros, transformadores y fuentes electrónicas de alimentación sobre los cielos rasos suspendidos, siempre que sus envolventes *(enclosures)* estén asegurados firmemente y no dependan de la rejilla del cielo raso suspendido para su soporte. Los Balastros, transformadores y fuentes electrónicas de alimentación, instalados en cielos rasos suspendidos no se deben conectar al circuito ramal mediante cordón flexible.

600.22 Balastros.

(A) Tipo. Los Balastros deben estar identificados para el uso y listados.

(B) Protección térmica. Los Balastros deben estar protegidos térmicamente.

600.23 Transformadores y fuentes electrónicas de alimentación.

(A) Tipo. Los Balastros y fuentes electrónicas de alimentación deben estar identificados para el uso y listados.

(B) Protección del secundario contra fallas a tierra. Los transformadores y fuentes electrónicas de alimentación, diferentes de los siguientes, deben tener protección del secundario contra fallas a tierra.

(1) Transformadores con secundario separado no puesto a tierra y una tensión máxima de circuito abierto de 7500 voltios o menos.

(2) Transformadores con un alojamiento integrado del secundario, de porcelana o cristal, para los tubos de neón y que no requieran de alambrado de campo en el secundario.

(C) Tensión. La tensión del circuito del secundario no debe superar los 15,000 voltios nominales bajo cualquier condición de carga. La tensión a tierra de cualquier terminal de salida del circuito secundario no debe superar los 7500 voltios nominales bajo cualquier condición de carga.

(D) Valor nominal. Los transformadores y fuentes electrónicas de alimentación deben tener un valor nominal de corriente del circuito secundario no superior a 300 mA.

(E) Conexiones del secundario. Las salidas del circuito secundario no se deben conectar en serie ni en paralelo.

(F) Marcado. Un transformador o fuente de alimentación Se debe marcar con el fin de indicar que cuenta con protección contra fallas a tierra del circuito secundario.

600.24 Fuentes de alimentación de Clase 2. Los sistemas de anuncios luminosos e iluminación de contorno alimentados por transformadores, fuentes de alimentación y fuentes de energía, todos de Clase 2, deben cumplir con los requisitos aplicables del Artículo 600 y las secciones 600.24 (A), (B) y (C).

(A) Listado. Las fuentes de energía y las fuentes de alimentación de Clase 2 deben estar listadas para su uso con sistemas de anuncios luminosos e iluminación de contorno y deben cumplir con la sección

725.121.

(B) Puesta a tierra. Las partes metálicas de los sistemas de anuncios luminosos e iluminación de contorno deben estar puestas a tierra y unidas de acuerdo con la sección 600.7.

(C) Alambrado del secundario. El alambrado del secundario de las fuentes de energía de Clase 2 debe cumplir con la sección 600.12(C).

II. Esqueletos de tubos y alambrado instalados en campo

600.30 Aplicabilidad. La Parte II de este artículo se debe aplicar a los dos siguientes elementos:

(1) Esqueletos de tubos instalados en campo.

(2) Alambrado para esqueletos de tubos instalados en campo.

600.31 Alambrado del circuito secundario para tubos de neón a 1000 voltios nominales o menos.

(A) Método de alambrado. Los conductores deben instalarse usando cualquier método de alambrado de los incluidos en el Capítulo 3 y adecuado para las condiciones.

(B) Aislamiento y calibre. Los conductores deben ser aislados, listados y de un calibre no inferior al 18 AWG.

(C) Número de conductores en una canalización. El número de conductores en una canalización debe cumplir con lo establecido en el Capítulo 9, Tabla 1.

(D) Instalación. Los conductores se deben instalar de modo que no estén sujetos a daños físicos.

(E) Protección de las puntas de conductores. Cuando los conductores pasen por cualquier abertura a través de un metal, se deben proteger con un adaptadors.

600.32 Alambrado del circuito secundario para tubos de neón a más de 1000 voltios nominales.

(A) Métodos de alambrado.

(1) Instalación. Los conductores deben estar instalados en conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit de PVC, RTRC, conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, conduit metálico flexible, conduit metálico flexible hermético a los líquidos, tuberías eléctricas metálicas, envolventes *(enclosures)* metálicos, sobre aisladores en canalizaciones metálicas, u otro equipo listado para uso con circuitos secundarios para tubos de neón de más de 1000 voltios.

(2) Número de conductores. El conduit o el tubo sólo deben contener un conductor.

(3) Tamaño. El conduit o el tubo deben tener un designador métrico mínimo de 16 (tamaño comercial ½).

(4) Separación de las partes puestas a tierra. El conduit no metálico o el conduit no metálico flexible, en los lugares diferentes al lugar de la conexión a un gabinete metálico o al cuerpo del anuncio, deben distanciarse como mínimo 38 mm. (1 ½ pulgadas) de las partes puestas a tierra o unidas, cuando el conduit contiene un conductor que opera a 100 Hz o menos, y se deben separar no menos de 45 mm (1 ¾ pulgadas) de las partes puestas a tierra o unidas, cuando el conduit contiene un conductor que opera a más de 100 Hz.

(5) Partes metálicas del edificio. Las partes metálicas de un edificio no se deben utilizar como el conductor de retorno del secundario ni como el conductor de puesta a tierra de equipos.

(B) Aislamiento y calibre. Los conductores deben ser aislados, listados como cable para anuncio luminoso de tubo de gas y como cable de encendido del tipo GTO, con valor nominal para 5, 10 ó 15 kV y tener un calibre no inferior al 18 AWG y una temperatura nominal mínima de 105° C (221° F).

(C) Instalación. Los conductores se deben instalar de modo que no estén expuestos a daños físicos.

(D) Curvas en los conductores. Se deben evitar las curvas pronunciadas en los conductores aislados.

(E) Separación. Los conductores del secundario deben estar separados entre sí y de otros objetos que no sean los aisladores o los tubos de neón por una distancia no inferior a 38 mm (1 ½ pulgadas). El cable GTO instalado en una tubería o conduit metálicos no requiere de separación entre el aislamiento del cable y el conduit o la tubería.

(F) Aisladores y adaptadors. Los aisladores y adaptadors utilizados con los conductores deben estar listados para su uso en circuitos del secundario de tubos de neón de más de 1000 voltios.

(G) Conductores en canalizaciones. El aislamiento de todos los conductores se debe prolongar no menos de 65 mm (2 ½ pulgadas) más allá del conduit metálico o la tubería.

(H) Entre el tubo de neón y el retorno del punto medio. Se permitirá instalar conductores desde los extremos del tubo de neón hasta el punto medio de retorno del circuito del secundario de los transformadores listados o de las fuentes electrónicas de alimentación listadas y equipadas con terminales o puntas de conductor en el punto medio.

(I) Ocupaciones de viviendas. Los equipos cuya tensión de circuito abierto sea mayor a 1000 voltios no se deben instalar ni dentro ni sobre las ocupaciones de vivienda.

(J) Longitud de los conductores del circuito del secundario.

(1) Conductor secundario para el primer electrodo. La longitud de los conductores del circuito del secundario desde un terminal o cable de conexión de alta tensión del transformador o de la fuente electrónica de alimentación hasta el electrodo del primer tubo de neón no debe exceder de:

(1) 6 m (20 pies) cuando están instalados en conduit o tubería metálicos.

(2) 15 m (50 pies) cuando están instalados en conduit no metálico.

(2) Otros conductores del circuito del secundario. Todas las otras secciones del conductor del

circuito del secundario en un circuito de tubo de neón deben ser lo más cortas que sea posible.

(K) Empalmes. Los empalmes en los conductores del circuito del secundario de alta tensión se deben hacer un envolvente listado con valor nominal de más de 1000 voltios. Los envolventes de los empalmes deben ser accesibles después de la instalación y estar listados para el lugar donde se instalan.

600.41 Tubos de neón.

(A) Diseño. La longitud y el diseño de los tubos de neón no deben causar una sobrecorriente permanente por encima de la carga de diseño del transformador o de la fuente electrónica de alimentación.

(B) Soporte. Los tubos de neón deben estar apoyados en soportes listados para el tubo. Los tubos de neón se deben soportar a una distancia máxima de 150 mm (6 pulgadas) de la conexión del electrodo.

(C) Separación. Entre los tubos de neón y la superficie más próxima, excepto los soportes, se debe mantener una separación mínima de 6 mm (¼ de pulgada).

(D) Protección. Los esqueletos de tubo instalados en campo no deben estar sometidos a daños físicos. Cuando los tubos sean fácilmente accesibles a personas que no sean calificadas, los esqueletos de tubo instalados en campo se deben equipar con protectores adecuados o deben estar protegidos mediante otros medios aprobados.

600.42 Conexiones de los electrodos.

(A) Puntos de transición. Donde los conductores del circuito del secundario de alta tensión salen de los métodos de alambrado especificados en la sección 600.32 (A), deben estar encerrados en un ensamble listado.

(B) Accesibilidad. Los terminales de los electrodos no deben ser accesibles a personas no calificadas.

(C) Conexiones de los electrodos. Las conexiones de los electrodos se deben hacer mediante un dispositivo de conexión, retorciendo juntos los alambres o mediante un receptáculo para electrodos. Las conexiones deben ser eléctrica y mecánicamente seguras y estar dentro de un gabinete listado para ese uso.

(D) Soporte. El(los) conductor(es) del secundario de los tubos de neón deben estar sostenidos máximo a 150 mm (6 pulgadas) de la conexión del electrodo a los tubos.

(E) Receptáculos. Los receptáculos para los electrodos deben estar listados.

(F) Adaptadors. Cuando los electrodos penetren un envolvente, deben utilizarse adaptadors listados para ese uso, a menos que se suministren receptáculos.

(G) En lugares mojados. Se debe emplear un tapón listado para cerrar la apertura entre la tubería de neón y un receptáculo cuando este último entra en un edificio. Donde un adaptadors o tubo de neón entre en un edificio, se debe sellar la apertura entre los tubos de neón y los adaptadors.

(H) Envolventes de los electrodos. Los envolventes de los electrodos deben estar listados.

(1) Lugares secos. En estos lugares, se permitirá instalar y usar los envolventes de los electrodos que estén listados para su uso en lugares secos, húmedos o mojados.

(2) Lugares húmedos y mojados. Los envolventes de los electrodos instalados en lugares húmedos y mojados deben estar específicamente listados e identificados para su uso en esos lugares.

NOTA: Véase la sección 110.3 (B) que trata de la instalación y el uso de equipos eléctricos.

ARTÍCULO 604
Sistemas de alambrado fabricados

604.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican al alambrado instalado en campo, utilizando sub-ensambles fabricados fuera de sitio para circuitos ramales, circuitos de control remoto, circuitos de señalización y de comunicaciones en áreas accesibles.

604.2 Definición.

Sistema de alambrado fabricado. Sistema que contiene partes componentes que se han montado en el proceso de fabricación y que no se pueden inspeccionar en el sitio del edificio sin destruir o dañar el ensamble y que se utilizan para la conexión de luminarias, equipos de utilización, barras canalizadas del tipo enchufable y otros dispositivos.

604.3 Otros Artículos. A estas instalaciones se les debe aplicar todos los demás artículos de este Código, excepto lo modificado por los requisitos de este artículo.

604.4 Usos permitidos. Los sistemas de alambrado fabricados se permitirán en lugares accesibles y secos, en ductos y cámaras de aire y los espacios utilizados para ventilación, cuando estén listados para esa aplicación e instalados cumpliendo lo establecido en la sección 300.22.

Excepción No. 1: En los espacios ocultos, se permitirá que un extremo del cable derivado se prolongue dentro de las paredes huecas para terminar directamente en interruptores y puntos de salida.

Excepción No. 2: Los ensambles de sistemas de alambrado fabricados, instalados en exteriores deben estar listados para uso en lugares exteriores.

604.5 Usos no permitidos. No se permitirán los sistemas de alambrado fabricados cuando su uso esté limitado por los artículos aplicables del Capítulo 3 para el método de alambrado usado en su construcción.

604.6 Construcción

(A) Tipos de cables o conduits.

(1) Cables. El cable debe ser uno de los siguientes:

(1) Cable del tipo AC listado con conductores de cobre aislado para 600 voltios nominales, calibre del 8 al 12 AWG, con un conductor de puesta a tierra de equipos, de cobre aislado o desnudo con calibre equivalente al del conductor no puesto a tierra.

(2) Cable del tipo MC listado con conductores de cobre aislado para 600 voltios nominales, calibre del 8 al 12 AWG, con un conductor de puesta a tierra de equipos, de cobre aislado o desnudo con calibre equivalente al del conductor no puesto a tierra.

(3) Cable del tipo MC listado con conductores de cobre aislado para 600 voltios

nominales, calibre del 8 al 12 AWG, con un conductor de puesta a tierra y un ensamble armado listados e identificados para puesta a tierra, de acuerdo con la sección 250.118(10). La combinación del conductor de puesta a tierra y el revestimiento metálico debe tener una ampacidad equivalente a la del conductor de cobre no puesto a tierra.

Se permitirán otros cables como los enumerados en las secciones 725.154, 800.113, 820.113 y 830.179 en los sistemas de alambrado fabricados para el alambrado de equipos dentro del alcance de sus respectivos artículos.

(2) Conduits. Los conduits deben ser conduits metálicos flexibles listados o conduits flexibles herméticos a los líquidos y listados, con que contengan conductores de cobre aislados para 600 voltios nominales, calibres del 8 al 12 AWG, con un conductor de puesta a tierra de equipos de cobre aislado o desnudo, de calibre equivalente al del conductor no puesto a tierra.

Excepción No. 1 para los numerales (1) y (2): Se permitirá que una derivación, para luminaria, de 1.8 m (6 pies) de longitud máxima proyectada para la conexión de una sola luminaria, contenga conductores de calibre inferior al 12 AWG, pero no inferior al 18 AWG.

Excepción No. 2 para los numerales (1) y (2): Se permitirán ensambles de alambrado fabricados, listados, con conductores de calibre inferior al 12 AWG para circuitos de control remoto, señalización o comunicaciones.

(3) Cordón flexible. Se permitirá usar cordones flexibles adecuados para uso pesado, con conductores de calibre mínimo del 12 AWG, como parte de un ensamble elaborado en fábrica, listado, cuya longitud no exceda 1.8 m (6 pies) al hacer la transición entre los componentes de un sistema de alambrado fabricado y un equipo de utilización que no esté asegurado permanentemente a la estructura del edificio. El cordón debe ser visible en toda su longitud y no debe estar sometido a tensión mecánica ni a daños físicos.

Excepción: Se permitirán las luminarias de descarga eléctrica listadas que cumplan con la sección 410.62 (C) con conductores de calibre inferior al 12 AWG.

(4) Barras canalizadas. Las barras canalizadas deben ser de tipo enchufable, continuas y listadas, con conductores aislados o desnudos montados en fábrica, las cuales deben ser barras, varillas o tubos de cobre o de aluminio. El conjunto de barras canalizadas debe estar puesto a tierra y debe tener una barra colectora de puesta a tierra de equipos con tamaño equivalente al de la barra colectora no puesta a tierra. Las barras canalizadas debe tener un valor nominal de 600 voltios, 20, 30 ó 40 amperios. Las barras canalizadas se deben instalar de acuerdo con las secciones 368.12, 368.17 (D) y 368.30.

(B) Marcado. Cada una de las secciones debe estar marcada para identificar el tipo de cable, cordón flexible o conduit.

(C) Receptáculos y conectores. Los receptáculos y conectores deben ser del tipo de seguridad, con polarización única, e identificados para ese propósito, y deben ser parte de un ensamble listado para el sistema adecuado. Todas las aberturas del conector deben estar diseñadas para prevenir el contacto involuntario con las partes vivas o deben tener tapas para cerrar eficazmente las aberturas del conector.

(D) Otros componentes. Los demás componentes deben estar listados para el sistema correspondiente.

604.7 Instalación. Los sistemas de alambrado fabricados se deben sujetar y sostener de acuerdo con el artículo aplicable para el tipo de cable o conduit utilizado.

ARTÍCULO 605
Muebles de oficina
(Consistente en accesorios de alumbrado y divisiones alambradas)

605.1 Alcance. Este artículo trata de los equipos eléctricos, accesorios de alumbrado y de los sistemas de alambrado utilizados para su conexión o contenidos dentro de ellos, o para instalarse en divisiones alambradas que puedan reubicarse.

605.2 Generalidades. Los sistemas de alambrado deben estar identificados como adecuados para alimentar a los accesorios de alumbrado y artefactos en las divisiones alambradas. Estas divisiones no se deben extender desde el piso hasta el cielo raso.

> *Excepción: Cuando lo permita la autoridad con jurisdicción, estas divisiones alambradas reubicables podrán llegar hasta el cielo raso, pero sin penetrar en él.*

(A) Uso. Estos ensambles se deben instalar y usar sólo como lo permite este artículo.

(B) Otros artículos. Se deben aplicar todos los demás artículos de este Código, excepto lo modificado por los requisitos de este artículo.

(C) En lugares (clasificados como) peligrosos. Cuando se usen en lugares (clasificados como) peligrosos, estos ensambles deben cumplir lo establecido en los Artículos 500 a 517, además del presente artículo.

605.3 Canalizaciones. Todos los conductores y conexiones deben estar dentro de canales de alambrado, de metal u otro material identificado como adecuado para esas condiciones de uso. Las canales de alambrado no deben contener salientes ni otros elementos que puedan dañar el aislamiento de los conductores.

605.4 Interconexiones de las divisiones. Las conexiones eléctricas entre las divisiones deben ser ensambles flexibles identificados para su uso con divisiones alambradas o se permitirá conectar las divisiones con cordones flexibles, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Que el cordón sea del tipo de uso extrapesado, con conductores de calibre 12 AWG o más grandes, con un conductor de puesta a tierra de equipos aislado.

(2) Que las divisiones sean mecánicamente contiguas.

(3) Que el cordón no sea más largo de lo necesario para el posicionamiento máximo de las divisiones, pero en ningún caso debe tener una longitud superior a los 600 mm (2 pies).

(4) Que el cordón termine en un conector de cordón y clavija de conexión con alivio de tensiones mecánicas.

605.5 Accesorios de alumbrado. Los equipos de alumbrado listados e identificados para su uso con divisiones alambradas, deben cumplir con las secciones 605.5 (A), (B) y (C).

(A) Soporte. Deben tener un medio que permita soportarlos o sujetarlos con seguridad.

(B) Conexión. Cuando se proporcione conexión con cordón y clavija, la longitud del cordón debe ser adecuada para la aplicación proyectada, pero no debe tener más de 2.7 m (9 pies) de longitud. El cordón no debe ser menor al 18 AWG, debe contener un conductor de puesta a tierra de equipos y debe ser del tipo para uso pesado. Las conexiones por otros medios deben estar identificadas como adecuadas para las condiciones de uso.

(C) Salida para receptáculos. No se permitirá instalar receptáculos de uso general en accesorios de alumbrado.

605.6 Divisiones del tipo fijo. Las divisiones alambradas que sean fijas (asegurados a las superficies del edificio) deben estar conectados permanentemente al sistema eléctrico del edificio por alguno de los métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3. Los circuitos ramales multifilares que alimentan a las divisiones deben tener, en el panel de distribución en donde se origina el circuito ramal, un medio que desconecte simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra.

605.7 Divisiones del tipo autosoportadas. Se permitirá que las divisiones del tipo autosoportado (no fijos) estén conectadas al sistema eléctrico del edificio por alguno de los métodos descritos en el Capítulo 3. Los circuitos ramales multiconductores que alimentan a las divisiones autosoportadas conectadas permanentemente deben tener, en el panel de distribución donde se origina el circuito ramal, un medio que desconecte simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra.

605.8 Divisiones del tipo autosoportadas conectadas con cordón y clavija. Se permitirá que las divisiones individuales del tipo autosoportado o que los grupos de divisiones individuales conectadas eléctricamente, que sean mecánicamente contiguas y que una vez ensambladas no tengan más de 9.0 m (30 pies), estén conectadas al sistema eléctrico del edificio por un solo cordón flexible con clavija, si se cumplen todas las condiciones de las secciones 605.8 (A) hasta (D).

(A) Cordón flexible de alimentación. El cordón flexible de alimentación debe ser del tipo para uso extrapesado con conductores del 12 AWG o mayores, con un conductor aislado para puesta a tierra de equipos y que no tenga más de 600 mm (2 pies) de longitud.

(B) Receptáculos que los alimentan. El(los) receptáculo(s) que lo(s) alimenta(n) debe(n) estar en un circuito separadamente, al que estén conectados sólo los paneles y ninguna otra carga; y no deben estar ubicados a más de 300 mm (12 pulgadas) de las divisiones conectadas al receptáculo.

(C) Número máximo de salidas para receptáculos. Las divisiones individuales o grupos de divisiones individuales interconectadas no deben contener más de 13 salidas para receptáculos de 15 amperios y 125 voltios.

(D) Circuitos multiconductores no permitidos. Las divisiones individuales o grupos de divisiones individuales interconectadas no deben contener circuitos multiconductores.

> **Nota**. Respecto de los circuitos que alimentan a las divisiones descritas en las secciones 605.6 y 605.7, véase la sección 210.4.

ARTÍCULO 610
Grúas y montacargas eléctricos

I. Generalidades

610.1 Alcance. Este artículo trata de la instalación de los equipos eléctricos y el alambrado utilizados con las grúas, montacargas monorrieles, montacargas en general y todo tipo de carrileras.

> **NOTA**: Para más información, véase la publicación ANSI B30, Safety Code for Cranes, Derricks, Hoists, Jacks, and Slings.

610.3 Requisitos especiales para lugares particulares.

(A) Lugares (clasificados como) peligrosos. Todos los equipos que funcionen en un lugar (clasificado como) peligroso deben cumplir lo establecido en el Artículo 500.

(1) Lugares de Clase I. Los equipos utilizados en lugares que son peligrosos debido a la presencia de gases o vapores inflamables deben cumplir lo establecido en el Artículo 501.

(2) Lugares de Clase II. Los equipos utilizados en lugares que son peligrosos debido a la presencia de polvos combustibles deben cumplir lo establecido en el Artículo 502.

(3) Lugares de Clase III. Los equipos utilizados en lugares que son peligrosos debido a la presencia de fibras o partículas suspendidas en el aire fácilmente inflamables deben cumplir lo establecido en el Artículo 503.

(B) Materiales combustibles. Cuando una grúa, montacarga o montacarga monorriel funcione sobre materiales fácilmente combustibles, las resistencias deben ubicarse como se permite a continuación:

(1) En un gabinete bien ventilado de material no combustible y construido de modo que no emitirá llamas o metal fundido.

(2) En una jaula o cabina construida de material no combustible que encierre todos sus lados desde el piso hasta un punto ubicado como mínimo a 150 mm (6 pulgadas) por encima de la superficie superior de las resistencias.

(C) Línea de celdas electrolíticas. Véase la sección 668.32. II. Alambrado

610.11 Método de alambrado. Los conductores deben estar encerrados en canalizaciones o ser cables del tipo AC con un conductor aislado de puesta a tierra o cables de los tipos MC o MI, a menos que se permita algo diferente en las secciones 610.11(A) hasta (E).

(A) Conductores de contacto. No se exigirá que los conductores de contacto estén encerrados en canalizaciones.

(B) Conductores expuestos. No se exigirá que los tramos cortos de conductores expuestos en las resistencias, colectores y otros equipos estén encerrados en canalizaciones.

(C) Conexiones flexibles para motores y equipos similares. Cuando sean necesarias

conexiones flexibles para los motores y equipos similares, se deben usar conductores flexibles trenzados. Los conductores deben estar en conduit metálico flexible, conduit metálico flexible hermético a los líquidos, conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, cables multiconductores o en canalizaciones flexibles no metálicas aprobadas.

(D) Cable multiconductor con estación de botones. Cuando se utilicen cables multiconductores con una estación de botones suspendida, ésta se debe soportar de algún modo satisfactorio que proteja los conductores eléctricos contra la tensión mecánica.

(E) Flexibilidad para las partes móviles. Cuando se requiera flexibilidad para fuerza o control de partes móviles, se permitirá utilizar un cordón adecuado para ese propósito, siempre que se apliquen las siguientes condiciones:

(1) Se cuente con alivio de tensiones mecánicas y protección contra daños físicos, adecuados, y

(2) En lugares de Clase I, División 2, el cordón debe estar aprobado para uso extrapesado.

610.12 Accesorios terminales de canalizaciones o cables. Cuando los conductores salgan de las canalizaciones o cables, deben cumplir con las secciones 610.12 (A) o (B).

(A) Agujero separado con adaptadors. Siempre que se realice un cambio de una canalización o cable a alambrado expuesto, se debe utilizar una caja o accesorio terminal con un agujero separado con adaptadors para cada conductor. Los accesorios utilizados para este fin no deben contener empalmes o derivaciones ni utilizarse en las salidas para luminarias.

(B) Adaptadors en lugar de una caja. Se permitirá usar un adaptadors en lugar de una caja en el extremo de un conduit metálico rígido, un conduit metálico intermedio o una tubería eléctrica metálica, cuando la canalización termine en equipos de control o similares no encerrados o un equipo similar, incluyendo conductores de contacto, colectores, resistencias, frenos, interruptores límite en circuitos de fuerza y motores de c.c. de carcasa dividida.

610.13 Tipos de conductores. Los conductores deben cumplir con la Tabla 310.13 (A) a menos que se permita de otra manera en las secciones 610.13 (A) hasta (D).

(A) Expuestos a calor externo o conectados a resistencias. El conductor o conductores expuestos a calor externo o conectados a resistencias deben tener un forro externo resistente a las llamas o estar cubiertos individualmente o en grupo con cinta resistente a las llamas.

(B) Conductores de contacto. Se permitirá que los conductores de contacto a lo largo de carrileras, puentes-grúa y monorrieles estén desnudos y sean de cobre, aluminio, acero u otra aleación o combinaciones de ellos en forma de alambre duro, en T, en ángulo, en rieles en T o de cualquier otra forma rígida.

(C) Flexibilidad. Cuando se requiera flexibilidad, se permitirá usar cables o cordones flexibles y, si fuera necesario, se deberán usar carretes de cables o dispositivos para enrollar.

(D) Circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3. Se permitirán los conductores para control remoto de Clase 1, Clase 2 y Clase 3, circuitos de señalización y de fuerza limitada, instalados de acuerdo con el Artículo 725.

610.14 Valor nominal y calibre de los conductores.

(A) Ampacidad. La ampacidad permisible de los conductores debe ser la que se indica en la Tabla 610.14 (A).

> **NOTA**: Con respecto a las ampacidades de los conductores entre controladores y resistencias, véase la sección 430.23.

(B) Conductores para resistencia en el secundario. Cuando la resistencia del secundario esté separada del controlador, el calibre mínimo de los conductores entre el controlador y la resistencia se debe calcular multiplicando la corriente del secundario del motor por el correspondiente factor de la Tabla 610.14 (B) y eligiendo un conductor de la Tabla 610.14 (A).

(C) Calibre mínimo. Los conductores externos a los motores y controladores no deben ser menores al 16 AWG a menos que se permita de otra manera en los numerales (1) y (2) a continuación:

(1) Se permitirá alambre del 18 AWG en cordones multiconductores para circuitos de control de no más de 7 amperios.

(2) Para circuitos electrónicos se permitirán alambres no menores al 20 AWG.

(D) Conductores de contacto. Los alambres de contacto deben tener una ampacidad no menor a la que exige la Tabla 610.14(A) para alambre de 75° C (167° F) y en ningún caso debe ser menor a la que se indica en la Tabla 610.14 (D).

(E) Cálculo de la carga del motor.

(1) Motor único. Para un motor se usa el 100 por ciento de la corriente nominal de plena carga del motor según la placa de características.

(2) Motores múltiples en una sola grúa o montacarga. Para motores múltiples en una sola grúa o montacarga, la ampacidad mínima de los conductores de alimentación debe ser la corriente nominal de plena carga por placa de características del mayor motor o grupo de motores para cualquier movimiento simple de la grúa, más el 50 por ciento de la corriente nominal de plena carga por placa de características del motor o grupo de motores siguiente en magnitud, usando la columna de la Tabla 610.14 (A) que corresponda al motor con mayor tiempo de régimen de trabajo.

(3) Múltiples grúas o montacargas eléctricos en un sistema conductor común. Cuando haya grúas o montacargas múltiples, o ambos, alimentados por un sistema de conductor común, se calcula la ampacidad mínima del motor para cada grúa según la sección 610.14 (E), se suman todas las corrientes y el total se multiplica por el correspondiente factor de demanda de la Tabla 610.14 (E).

(F) Otras cargas. Para las cargas adicionales tales como calefacción, alumbrado y aire acondicionado, se deben aplicar las secciones correspondientes de este Código.

(G) Placa de características. Cada grúa, monorriel o montacarga debe tener una placa visible de características marcada con el nombre del fabricante, la tensión nominal en Voltios, frecuencia, número de fases y corriente del circuito en amperios, calculada según las secciones 610.14 (E) y (F).

Tabla 610.14 (A). Ampacidad de los conductores de cobre aislados, utilizados con motores para servicio de corta duración en grúas y montacargas eléctricos, basados en una temperatura ambiente de 30° C (86° F).

Temperatura máxima de funcionamiento	Hasta cuatro conductores energizados simultáneamente en la canalización o cable[1]				Hasta tres conductores de c.a.[2] o cuatro de c.c.[1] energizados simultáneamente en la canalización o cable		Temperatura máxima de funcionamiento
	75° C (167º F)		90° C (194° F)		125° C (257° F)		
Calibre (AWG o kcmil)	Tipos MTW, RHW, THW, THWN, XHHW,USE, ZW		Tipos TA, TBS, SA, SIS, PFA, FEP, FEPB, RHH, THHN, XHHW, Z, ZW		Tipos FEP, FEPB, PFA, PFAH, SA, TFE, Z, ZW		Calibre (AWG o kcmil)
	60 min.	30 min.	60 min.	30 min.	60 min.	30 min.	
16	10	12	--	--	--	--	16
14	25	26	31	32	38	40	14
12	30	33	36	40	45	50	12
10	40	43	49	52	60	65	10
8	55	60	63	69	73	80	8
6	76	86	83	94	101	119	6
5	85	95	95	106	115	134	5
4	100	117	111	130	133	157	4
3	120	141	131	153	153	183	3
2	137	160	148	173	178	214	2
1	143	175	158	192	210	253	1
1/0	190	233	211	259	253	304	1/0
2/0	222	267	245	294	303	369	2/0
3/0	280	341	305	372	370	452	3/0
4/0	300	369	319	399	451	555	4/0
250	364	420	400	461	510	635	250
300	455	582	497	636	587	737	300
350	486	646	542	716	663	837	350
400	538	688	593	760	742	941	400
450	600	765	660	836	818	1042	450
500	660	847	726	914	896	1143	500

FACTORES DE CORRECCION DE LA AMPACIDAD							
Temperatura ambiente (° C)	Para temperaturas ambiente distintas de 30° C (86º F), multiplicar las anteriores ampacidades por el correspondiente factor de los mostrados abajo						Temperatura ambiente (° C)
21-25	1.05	1.05	1.04	1.04	1.02	1.02	70-77
26-30	1	1	1	1	1	1	79-86
31-35	0.94	0.94	0.96	0.96	0.97	0.97	88-95
36-40	0.88	0.88	0.91	0.91	0.95	0.95	97-104
41-45	0.82	0.82	0.87	0.87	0.92	0.92	106-113
46-50	0.75	0.75	0.82	0.82	0.89	0.89	115-122
51-55	0.67	0.67	0.76	0.76	0.86	0.86	124-131
56-60	0.58	0.58	0.71	0.71	0.83	0.83	133-140
61-70	0.33	0.33	0.58	0.58	0.76	0.76	142-158
71-80	--	--	0.41	0.41	0.69	0.69	160-176
81-90	--	--	--	--	0.61	0.61	177-194
91-100	--	--	--	--	0.51	0.51	195-212
101-120	--	--	--	--	0.4	0.4	213-248

Nota: Se permitirá sustituir otros aislamientos mostrados en la Tabla 310.13 (A) y aprobados para la temperatura y lugar en que se utilicen por los mostrados en la Tabla 610.14 (a). La ampacidad permitida de corriente de los conductores utilizados con motores con capacidad nominal para 15 minutos debe ser la misma que la de los motores de 30 minutos más un 12 por ciento.

[1] Para un número de 5 a 8 conductores de fuerza energizados simultáneamente en una canalización o cable, la ampacidad de cada conductor de fuerza se debe reducir al 80 por ciento del valor mostrado en esta tabla.

[2] Para un número de 4 a 6 conductores de fuerza de c.a. de125º C (257° F) energizados simultáneamente en una canalización o cable, la ampacidad de cada conductor se debe reducir al 80 por ciento del valor mostrado en esta tabla.

Tabla 610.14 (B). Factores para el valor nominal de los conductores del secundario.

Tiempo en segundos		Ampacidad del alambre en porcentaje de la corriente de plena carga del secundario
Encendido	Apagado	
5	75	35
10	70	45
15	75	55
15	45	65
15	30	75
15	15	85
Servicio continuo		110

Tabla 610.14 (D). Calibre mínimo del conductor de contacto basado en la distancia entre los soportes

Calibre mínimo del alambre (AWG)	Distancia máxima entre los aisladores de anclaje en los extremos o soportes intermedios del tipo con abrazadera
6	9.0 m (30 pies) o menos
4	18 m (60 pies) o menos
2	Más de 18 m (60 pies)

Tabla 610.14 (E) Factores de demanda

Número de grúas o montacargas eléctricos	Factor de demanda
2	0.95
3	0.91
4	0.87
5	0.84
6	0.81
7	0.78

610.15 Retorno común. Cuando una grúa o montacarga eléctrico funcionen con más de un motor, se permitirá instalar un conductor de retorno común con la ampacidad adecuada.

III. Conductores de contacto

610.21 Instalación de los conductores de contacto. Los conductores de contacto deben cumplir con las secciones 610.21 (A) hasta (H).

(A) Ubicación y resguardo de los conductores de contacto. Los conductores de contacto de carrileras se deben resguardar y los conductores de contacto de los puentes deben estar ubicados o resguardados de modo que las personas no puedan tocar inadvertidamente las partes energizadas portadoras de corriente.

(B) Alambres de contacto. Los alambres que se utilizan como conductores de contacto deben estar sujetos en sus extremos por medio de aisladores de anclaje aprobados y deben montarse sobre aisladores aprobados de modo que en el límite máximo de desplazamiento del alambre no se acerque a menos de 38 mm (1 ½ pulgada) de la superficie sobre la que va el alambrado.

(C) Soportes a lo largo de carrileras. Los conductores de contacto principales instalados a lo largo de carrileras deben estar sostenidos sobre soportes aislantes ubicados a intervalos no mayores de 6.0 m (20 pies) a menos que se permita de otra manera en la sección 610.21 (F).

Dichos conductores deben estar separados a no menos de 150 mm (6 pulgadas), excepto en el caso de los montacargas en monorriel, en donde se permitirá una separación mínima de 75 mm (3 pulgadas). Cuando sea necesario, se permitirá aumentar la separación entre los soportes aislantes hasta 12 m (40 pies), en cuyo caso se debe aumentar proporcionalmente la separación entre conductores.

(D) Soportes sobre puentes. Los conductores de contacto de alambre de los puentes se deben mantener separados un mínimo de 65 mm (2 ½ pulgadas) y cuando los tramos sean mayores a 25 m (80 pies) se deben instalar caballetes aislantes a intervalos no mayores de 15 m (50 pies).

(E) Soportes para conductores rígidos. Los conductores a lo largo de carrileras o puente-grúas y que sean del tipo rígido especificado en la sección 610.13 (B) y no estén contenidos dentro de un ensamble encerrado y aprobado, se deben llevar sobre soportes aislantes ubicados a intervalos no mayores a 80 veces la dimensión vertical del conductor, pero en ningún caso mayor a 4.5 m (15 pies), y suficientemente separados como para que la separación eléctrica de los conductores o colectores adyacentes no sea menor a 25 mm (1 pulgada).

(F) Rieles como conductores del circuito. Los rieles de monorrieles, trole o carrileras de grúas se permitirán como un conductor de corriente para una fase de un sistema de c.a. trifásico que proporciona la alimentación al transportador, grúa o trole, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Los conductores que alimentan las otras dos fases estén aislados.

(2) La fuerza para todas las fases se obtiene de un transformador de aislamiento.

(3) La tensión no exceda los 300 voltios.

(4) El riel que sirva como un conductor debe estar unido al conductor de puesta a tierra de equipos en el transformador y también se permitirá ponerlo a tierra a través de los accesorios utilizados para la suspensión o sujeción del riel al edificio o estructura.

(G) Continuidad eléctrica de los conductores de contacto. Todas las secciones de los conductores de contacto deben estar unidas mecánicamente de modo que constituyan una conexión eléctrica continua.

(H) No deben dar alimentación a otros equipos. Los conductores de contacto no se deben usar como alimentadores para ningún otro equipo distinto a la(s) grúa(s) o montacarga(s) para los cuales fueron inicialmente diseñados.

610.22 Colectores. Los colectores deben estar diseñados de modo que reduzcan al mínimo la posibilidad de que se produzcan chispas entre ellos y el conductor de contacto. Cuando funcionen en cuartos usados para almacenaje de fibras y otros materiales fácilmente inflamables, deben cumplir lo establecido en la sección 503.155.

IV. Medios de desconexión

610.31 Medios de desconexión del conductor de la carrilera. Entre los conductores de contacto de la carrilera y la fuente de alimentación se debe instalar un medio de desconexión cuyo valor de corriente nominal permanente no sea inferior a la calculada en las secciones 610.14 (E) y (F). Dicho medio de desconexión debe consistir en un interruptor del circuito del motor, interruptor automático o interruptor de caja moldeada. Además, el medio de desconexión debe:

(1) Ser fácilmente accesible y operable desde el suelo o desde el nivel del piso.

(2) Tener la capacidad de ser bloqueado en la posición abierta. Las disposiciones para el bloqueo o para agregar un candado al medio de desconexión deben instalarse sobre o en el interruptor o el interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su lugar esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o interruptor automático como los medios exigidos para ser instalados en y permanecer con el equipo.

(3) Abrir simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra.

(4) Estar instalado al alcance de la vista desde los conductores de contacto de la carrilera.

610.32 Medios de desconexión de las grúas y montacargas monorrieles. En los terminales que vienen de los conductores de contacto de la carrilera u otra fuente de alimentación para las grúas y montacargas monorrieles se debe instalar un interruptor, interruptor automático o interruptor de caja moldeada del circuito del motor. Los medios de desconexión deben poderse bloquear en la posición abierta. Las disposiciones para el candado o para agregar un candado al medio de desconexión deben instalarse sobre o en el interruptor o el interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su lugar esté instalado el bloqueo o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o interruptor automático.

Se permitirá suprimir el medio de desconexión cuando la instalación del montacarga monorriel o puente grúa de propulsión manual cumpla todas las condiciones siguientes:

(1) La unidad esté controlada desde el suelo o el nivel del piso.

(2) La unidad esté al alcance de la vista desde el medio de desconexión de la fuente de alimentación.

(3) No haya plataforma de trabajo fija para el mantenimiento de la unidad.

Cuando el medio de desconexión no sea fácilmente accesible desde la estación de control de la grúa o montacarga eléctrico monorriel, en dicha estación se debe instalar un medio que permita abrir el circuito de fuerza para todos los motores de las grúas o montacargas monorriel.

610.33 Valor nominal de los medios de desconexión. El valor nominal de corriente permanente del interruptor o interruptor automático exigido en la sección 610.32 no debe ser menor al 50 por ciento de la combinación del valor nominal de corriente de corta duración de los motores, ni menor al 75 por ciento de la suma del valor nominal de corriente de corta duración de los motores exigida para un solo movimiento.

V. Protección contra sobrecorriente

610.41 Alimentadores, conductores de la carrilera.

(A) Un solo alimentador. Los conductores del circuito de alimentación de la carrilera y los de contacto principal de una grúa o monorriel deben estar protegidos por uno o varios dispositivos contra sobrecorriente cuya corriente nominal no debe ser mayor a la corriente nominal o el valor de ajuste de cualquier dispositivo de protección de circuito ramal, más la suma de las corrientes nominales por placa de características de todas las demás cargas, aplicando los factores de demanda de la Tabla 610.14 (E).

(B) Más de un circuito alimentador. Cuando se instala más de un circuito alimentador para energizar los conductores de la carrilera, cada circuito alimentador debe estar dimensionado y estar protegido de conformidad con la sección 610.41 (A).

610.42 Protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra. Los circuitos ramales se deben proteger de acuerdo con la sección 610.42 (A). Las derivaciones del circuito ramal, cuando se hagan, deben cumplir con lo indicado en la sección 610.42 (B).

(A) Capacidad nominal de los fusibles o del interruptor automático. Los circuitos ramales de motores de grúas, montacargas y montacargas monorriel se deben proteger mediante fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso cuya corriente nominal esté de acuerdo con lo establecido en la Tabla 430.52. Cuando dos o más motores funcionen en un solo movimiento, la suma de sus corrientes nominales por placa de características se debe considerar como la corriente de un sólo motor.

(B) Derivaciones.

(1) Motores múltiples. Cuando dos o más motores estén conectados al mismo circuito ramal, cada conductor de derivación para un motor individual debe tener una ampacidad no inferior a un tercio de la del circuito ramal. Cada motor debe estar protegido contra sobrecarga de acuerdo con la sección 610.43.

(2) Circuitos de control. Cuando las derivaciones para los circuitos de control se originan en el lado de carga de un dispositivo de protección del circuito ramal, cada derivación y parte del equipo deben protegerse de acuerdo con la sección 430.72.

(3) Bobinas de frenos. Se permitirán derivaciones sin protección separada contra sobrecorriente para las bobinas de los frenos.

610.43 Protección contra sobrecarga

(A) Protección contra sobrecarga de los motores y circuitos ramales. Cada motor, controlador de motor y conductor de circuito ramal debe estar protegido contra sobrecarga por cualquiera de los siguientes medios:

(1) Se debe considerar que un sólo motor está protegido cuando el dispositivo de protección contra

sobrecorriente del circuito ramal cumple los requisitos de valor nominal establecidos en la sección 610.42.

(2) Elementos de relés de sobrecarga en cada conductor del circuito no puesto a tierra, con todos los elementos del relé protegidos contra cortocircuito por el dispositivo de protección del circuito ramal.

(3) Dispositivos de sensores térmicos sensibles a la temperatura del motor o a la temperatura y a la corriente, que estén en contacto térmico con el devanado o devanados del motor.

Se considerará que un montacarga o vehículo trole está protegido si el dispositivo sensor está conectado en el circuito del interruptor de límite superior del montacarga, de modo que se prevenga su funcionamiento de elevación durante una condición de sobrecarga de cualquier motor.

(B) Motor controlado manualmente. Si el motor se controla manualmente con controles de retorno por resorte, no se exigirá un dispositivo de protección contra sobrecarga que proteja el motor contra condiciones de rotor bloqueado.

(C) Multimotor. Cuando haya dos o más motores que accionan un sólo trole, vagón o puente, controlados como una unidad y protegidos por un solo conjunto de dispositivos contra sobrecarga con un valor nominal igual a la suma de sus corrientes nominales de plena carga, se considerará que un montacarga o un trole están protegidos si el dispositivo sensor está conectado en el circuito del interruptor de límite superior del montacarga, de modo que se impida su funcionamiento de elevación durante una condición de sobretemperatura de cualquier motor.

(D) Montacargas y montacargas monorriel. No se exigirá protección contra sobrecarga de cada motor individual de montacargas y montacargas monorriel y sus troles que no se utilicen como parte de una grúa viajera elevada, siempre que el motor más grande no supere los 7 ½ hp y todos los motores estén controlados manualmente por el operario.

VI. Control

610.51 Controladores separados. Cada motor debe tener un controlador separado, a menos que se permita de otra manera en las secciones 610.51 (A) o (B).

(A) Movimientos con más de un motor. Cuando dos o más motores accionen un sólo montacarga, corredera, vagón o puente, se permitirá que sean controlados por un solo controlador.

(B) Controlador de movimiento múltiple. Se permitirá conmutar un controlador entre dos motores, bajo las siguientes condiciones:

(1) El controlador tenga un valor nominal en caballos de fuerza no menor al valor nominal en caballos de fuerza del motor más grande.

(2) Sólo un motor se accione a la vez.

610.53 Protección contra sobrecorriente. Los conductores de los circuitos de control deben estar protegidos contra sobrecorriente. Se debe considerar que los circuitos de control están protegidos contra sobrecorriente por los dispositivos cuya corriente nominal o de ajuste sea de máximo el 300 por ciento de la ampacidad de los conductores de control, a menos que se permita de otra

manera en las secciones 610.53 (A) o (B).

(A) Derivaciones de los transformadores de control. Las derivaciones de los transformadores de control se deben considerar como protegidas cuando el circuito del secundario esté protegido por un dispositivo cuya corriente nominal o de ajuste sea de máximo el 200 por ciento de la corriente nominal del secundario del transformador y no sea superior al 200 por ciento de la ampacidad de los conductores del circuito de control.

(B) Continuidad de potencia. Cuando la apertura del circuito de control pudiera crear un riesgo, como por ejemplo el circuito de control de una grúa para metal fundido, se debe considerar que los conductores del circuito de control están debidamente protegidos por los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito ramal.

610.55 Interruptor límite. Se debe instalar un interruptor límite u otro dispositivo que prevenga que se bloquee la carga al sobrepasar el límite superior de seguridad del recorrido de todos los mecanismos de elevación.

610.57 Distancia de seguridad. La dimensión del espacio de trabajo en la dirección del acceso a las partes vivas que es probable que haya que examinar, ajustar, revisar o mantener mientras están energizadas, debe ser de 750 mm (2 1/2 pies) como mínimo. Cuando los controles estén encerrados en los gabinetes, la puerta o puertas se deben abrir hasta 90° por lo menos o deben ser desmontables.

VII. Puesta a tierra

610.61 Puesta a tierra. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de grúas, montacargas, montacargas monorriel y sus accesorios, incluso los controles colgantes, deben estar unidas bien sea mediante conexiones mecánicas o puentes de unión, según corresponda, de modo tal que la totalidad de la grúa o el montacarga sean una trayectoria de corriente de fallas a tierra, tal como lo exige o lo permite el Artículo 250, Partes V y VII.

Las partes móviles diferentes de los accesorios o aditamentos desmontables, que tengan superficies de rozamiento de metal a metal, se deben considerar unidas eléctricamente unas con otras a través de las superficies de rozamiento para efectos de su puesta a tierra. No se debe considerar que las carcasas de troles y puentes estén puestas a tierra eléctricamente a través del puente, de las ruedas del trole y sus respectivos rieles. Se debe instalar un conductor separado de unión.

ARTÍCULO 620
Ascensores, escaleras, pasillos móviles, ascensores de plataforma y elevadores para sillas

I. Generalidades

620.1 Alcance. Este artículo trata de la instalación de los equipos eléctricos y de los alambrados utilizados en conexión con los ascensores, pequeños ascensores de carga, escaleras, pasillos móviles, ascensores de plataforma y elevadores para sillas.

> **NOTA** No.1: Para más información véase la publicación, ASME A17.1-2004, Safety Code for Elevators and Escalator.
>
> **NOTA** No. 2: Para más información véase la publicación CSA B44.1-04/ASME-A17.5-2004, Elevator and Escalator Electrical Equipment Certification Standard.
>
> **NOTA** No. 3: El término ascensor para silla de ruedas se ha cambiado por ascensores de plataforma. Para mayor información, véase la publicación ASME A18.1-2003, Safety Standard for Platform Lifts and Stairway Lifts.

620.2 Definiciones.

Controlador de movimiento. Dispositivo o dispositivos eléctricos para la parte del sistema de control que regulan la velocidad, aceleración, retardo y parada del elemento móvil.

Controlador del motor. Unidades operativas del sistema de control para accionar un motor eléctrico o la unidad de bombeo usada para accionar los equipos hidráulicos de control.

Controlador de operación. Dispositivo o dispositivos que inician el arranque, parada y dirección de movimiento en respuesta a una señal procedente de un dispositivo de operación.

Cuarto de control (para ascensores, pequeños ascensores de carga). Espacio de control encerrado por fuera del foso del ascensor, proyectado para la entrada total del cuerpo, el cual contiene el controlador del motor del ascensor. El cuarto también podría contener equipo eléctrico y/o mecánico utilizado directamente en conexión con el ascensor o el pequeño ascensor de carga, pero no la máquina de accionamiento eléctrico o la máquina hidráulica.

Cuarto de control y cuarto de máquinas remotos (para ascensores, pequeños ascensores de carga). Cuarto de control o cuarto de máquinas que no está unido al perímetro externo ni a las superficies de las paredes, el cielo raso ni el piso del foso del ascensor.

Cuarto de máquinas (para ascensores, pequeños ascensores de carga). Espacio para maquinaria, encerrado, por fuera del foso del ascensor proyectado para la entrada total del cuerpo, que contiene la máquina de accionamiento eléctrico o la máquina hidráulica. El cuarto también podría contener equipo eléctrico y/o mecánico utilizado directamente en conexión con el ascensor o el pequeño ascensor de carga.

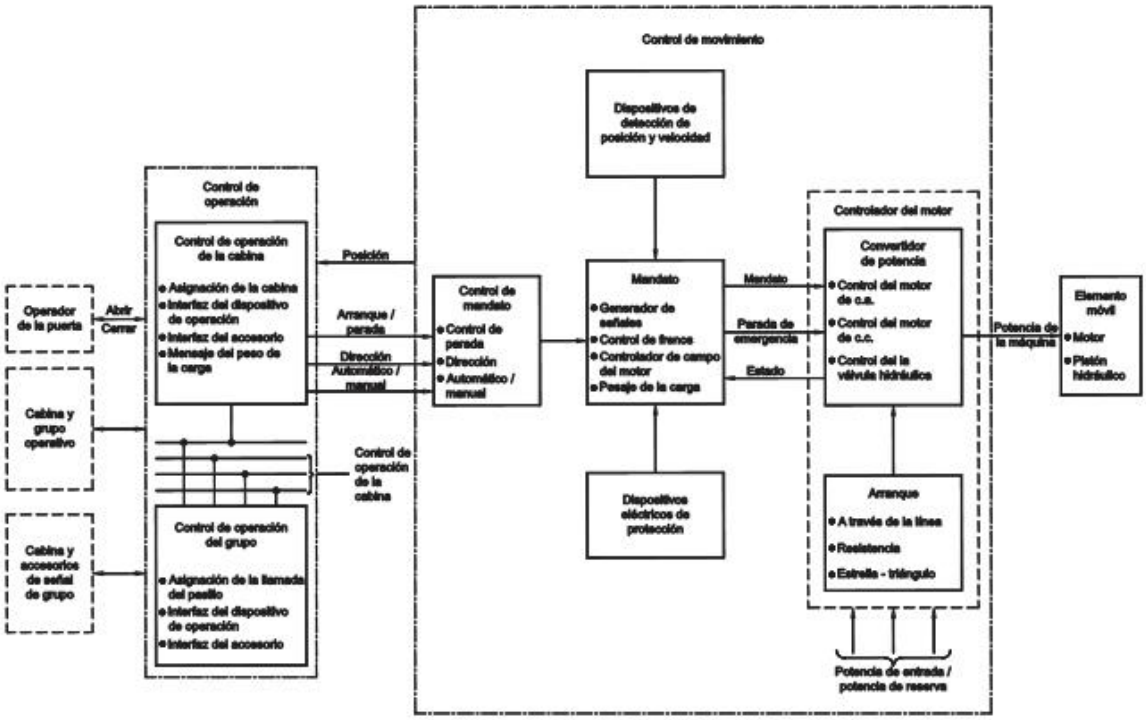
Dispositivo de operación. Interruptor de carro, estación de botones, interruptores de palanca o de llave u

otros dispositivos utilizados para activar el controlador de operación.

Equipo de señales *(Signal Equipment)*. Incluye equipo visual y sonoro como timbres, campanas, luces y pantallas que transmiten información al usuario.

NOTA No 1: Los controladores del motor, de movimiento y de operación pueden estar ubicados en un solo envolvente o en una combinación de envolventes.

NOTA No 2: La nota en letra menuda de la Figura 620.2 es únicamente informativa.



NOTA Figura 620.2 Sistema de control.

Espacio de control (para ascensores, pequeños ascensores de carga). Espacio dentro o fuera del foso del ascensor, proyectado para su acceso con o sin entrada total del cuerpo, el cual contiene el controlador del motor del ascensor. Este espacio también podría contener equipo eléctrico y/o mecánico utilizado directamente en conexión con el ascensor o el pequeño ascensor de carga, pero no la máquina de accionamiento eléctrico ni la máquina hidráulica.

Espacio de control y espacio de maquinaría remotos (para ascensores, pequeños ascensores de carga). Espacio de control o espacio de maquinaria que no está dentro del foso del ascensor, el cuarto de máquinas ni el cuarto de control y que no está unido al perímetro externo ni a las superficies de las paredes, el cielo raso ni el piso del foso del ascensor.

Espacio para maquinaria (para ascensores, pequeños ascensores de carga). Espacio dentro o fuera del foso del ascensor, proyectado para su acceso con o sin entrada total del cuerpo, que contiene el equipo mecánico del ascensor o pequeño ascensor de carga, y podría contener también equipo eléctrico utilizado directamente en conexión con el ascensor o el pequeño ascensor de carga este espacio

también podría contener la máquina de accionamiento eléctrico o la máquina hidráulica.

Sistema de control. Sistema general que regula la puesta en marcha, parada, dirección de movimiento, velocidad, aceleración y retardo del elemento móvil.

620.3 Limitaciones de tensión. La tensión de alimentación no debe superar los 300 voltios entre los conductores, a menos que se permita otra cosa en las secciones 620.3 (A) hasta (C).

(A) Circuitos de fuerza. Los circuitos ramales para controladores de operación de puertas y motores de puertas, y los alimentadores y circuitos ramales para controladores de motores, motores de accionamiento de máquinas, frenos de máquinas y grupos motogeneradores, no deben tener una tensión de circuito que exceda los 600 voltios. Se permitirá que las tensiones internas de los equipos de conversión de potencia y los equipos funcionalmente asociados, así como la tensión de funcionamiento del alambrado que interconecta el equipo, sean más altas, siempre que dichos equipos y el alambrado estén listados para esa mayor tensión. Cuando la tensión supere los 600 voltios, se deben instalar, en lugar notablemente visible en los equipos, etiquetas o anuncios de advertencia con la indicación "PELIGRO - ALTA TENSIÓN".

(B) Circuitos de alumbrado. Los circuitos de alumbrado deben cumplir los requisitos del Artículo 410.

(C) Circuitos de calefacción y aire acondicionado. Los circuitos ramales para los equipos de calefacción y aire acondicionado ubicados en la cabina del ascensor no deben tener una tensión de circuito mayor a 600 voltios.

620.4 Partes vivas encerradas. Todas las partes vivas de los aparatos eléctricos que haya en los huecos de los ascensores, en las paradas, sobre las cabinas de los ascensores y pequeños ascensores de carga o dentro de ellos, en los pozos o paradas de escaleras o pasillos móviles o en carrileras y espacios de maquinaria de los ascensores de plataforma y elevadores de sillas, deben estar encerradas para evitar cualquier contacto accidental.

> **NOTA**. Con respecto al resguardo de partes vivas (en instalaciones de 600 voltios nominales o menos), véase la sección 110.27.

620.5 Espacios de trabajo. Alrededor de los controladores, medios de desconexión y otros equipos eléctricos se debe proporcionar un espacio de trabajo. El espacio mínimo de trabajo no debe ser menor al especificado en la sección 110.26(A). Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que los equipos sólo son inspeccionados, ajustados, revisados y mantenidos por personas calificadas, se permitirá prescindir de lo establecido en la sección 110.26 (A), de acuerdo con lo permitido en las secciones 620.5 (A) hasta (D).

(A) Conexiones flexibles a equipos. Se permitirá que los equipos eléctricos de (A) (1) hasta (A) (4) tengan terminales flexibles en todas sus conexiones externas, de modo que puedan reubicarse para cumplir con los requisitos de espacio de trabajo de la sección 110.26 (A):

(1) Los controladores y medios de desconexión de los pequeños ascensores de carga, pasillos móviles y escaleras, ascensores de plataforma y elevadores de sillas instalados en el mismo espacio con las máquinas de accionamiento.

(2) Los controladores y medios de desconexión de los ascensores instalados en el

hueco o sobre la cabina del ascensor.

(3) Los controladores de los operadores de las puertas.

(4) Otros equipos eléctricos instalados en el hueco o sobre la cabina del ascensor.

(B) Resguardos. Las partes vivas de los equipos eléctricos están debidamente resguardadas, separadas o aisladas, y los equipos se pueden inspeccionar, ajustar, revisar o mantener estando energizados sin quitar esta protección.

NOTA. Véase la definición de Expuesto, Artículo100.

(C) Inspección, revisión y ajuste. No se exigirá que los equipos eléctricos sean inspeccionados, revisados, ajustados o mantenidos mientras estén energizados.

(D) Baja tensión. Las partes no aisladas están a una tensión no mayor a 30 voltios rms, 42 voltios de pico o 60 voltios de c.c.

II. Conductores

620.11 Aislamiento de los conductores. El aislamiento de los conductores debe cumplir con las secciones 620.11 (A) hasta (D).

NOTA. Un método para establecer si los conductores son retardantes de la llama es someterlos a la prueba de llama VW-1 (alambre vertical) descrito en el documento ANSI/UL 1581-2001, Reference Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords.

(A) Alambrado de enclavamiento de las puertas del hueco del ascensor. Los conductores que se elevan por el hueco del ascensor hasta los enclavamientos de las puertas del hueco del ascensor deben ser retardantes de la llama y adecuados para una temperatura mínima de 200° C (392° F). Los conductores deben ser del tipo SF o equivalente.

(B) Cables viajeros. Los cables viajeros utilizados como conexiones flexibles entre la cabina del ascensor o pequeño ascensor de carga o entre el contrapeso y la canalización, deben ser cables del tipo cable para ascensor listado según establece la Tabla 400.4 o de otro tipo aprobado.

(C) Otro alambrado. Todos los conductores en canalizaciones deben tener aislamiento retardante de la llama.
Los conductores deben ser de los tipos MTW, TF, TFF, TFN, TFFN, THHN, THW, THWN, TW, XHHW, cables especiales para huecos de ascensores o cualquier otro conductor con aislamiento designado como retardante de la llama. Se permitirán los conductores blindados siempre que estén aislados para la máxima tensión nominal del circuito aplicada a cualquier conductor dentro del cable o sistema de canalización.

(D) Aislamiento. Todos los conductores deben tener un aislamiento con una tensión nominal como mínimo igual a la tensión máxima nominal del circuito, aplicada a cualquier conductor dentro de un envolvente, cable o canalización. Se permitirán aislamientos y recubrimientos externos marcados como de humo limitado y así listados.

620.12 Calibre mínimo de los conductores. El calibre mínimo de los conductores diferentes de los conductores que forman una parte integral del equipo de control, debe estar de acuerdo con las secciones 620.12 (A) y (B).

(A) Cables viajeros.

(1) Circuitos de alumbrado. Para los circuitos de alumbrado se permitirá usar conductores de cobre calibre 14 AWG, conductores de cobre calibre 20 AWG o mayores en paralelo, siempre que su ampacidad sea equivalente por lo menos a un cable de cobre de calibre 14 AWG.

(2) Otros circuitos. Para otros circuitos se permitirán conductores de cobre de calibre 20 AWG.

(B) Otro alambrado. Se permitirán conductores de cobre de calibre 24 AWG. Se permitirán también conductores de menor calibre si están listados.

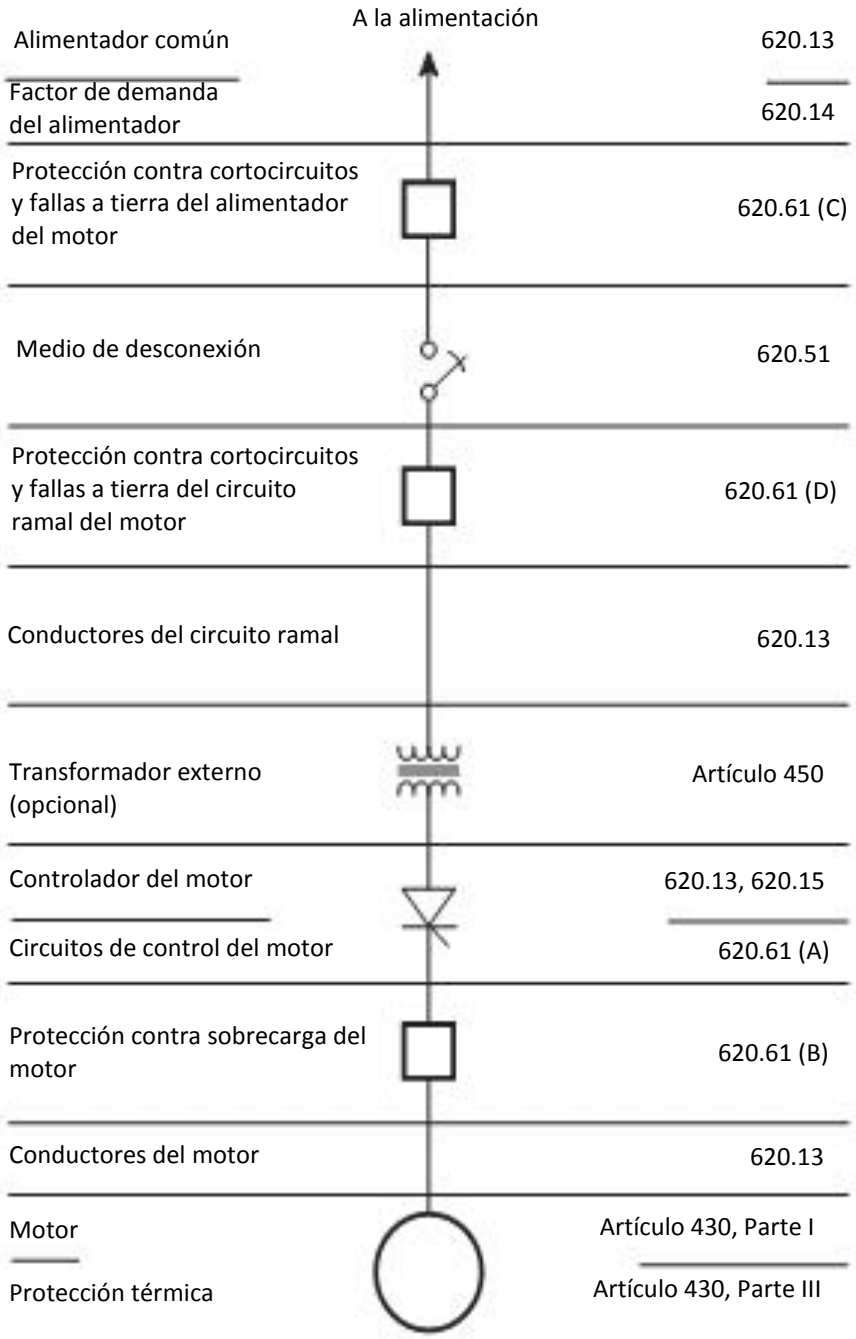
620.13 Conductores del alimentador y de circuitos ramales. Los conductores deben tener una ampacidad de acuerdo con las secciones 620.13 (A) hasta (D). Para el control de campo del generador, la ampacidad de los conductores se debe basar en la corriente nominal por placa de características del motor de accionamiento del grupo motogenerador que alimente al motor del ascensor.

> **NOTA** No. 1: El calentamiento de los conductores depende de los valores raíz media cuadrática de la corriente que, con el control de campo del generador, se reflejan por la corriente nominal por placa de características del motogenerador que acciona el motor, más que por la corriente nominal del motor del ascensor, la cual representa valores de corriente reales pero de plena carga por corto tiempo e intermitente.
>
> **NOTA** No 2: Véase la Figura 620.13.

(A) Conductores que alimentan un solo motor. Los conductores que alimentan a un solo motor deben tener una ampacidad no inferior al porcentaje de la corriente por placa de características del motor que se determina de las secciones 430.22 (A) y (E).

> **NOTA**: Las corrientes de los motores de los ascensores o aquellas de funciones similares pueden superar los valores de su placa de características, pero como son básicamente de ciclo intermitente y el calentamiento del motor y los conductores dependen del valor raíz media cuadrática (rms) de la corriente, los conductores se dimensionan para el régimen de trabajo según lo que indica la Tabla 430.22 (E).

Figura 620.13. Diagrama unifilar



(B) Conductores que alimentan un sólo controlador de motor. Los conductores que alimentan a un solo controlador de motor deben tener una ampacidad no inferior a la corriente nominal por placa de características del controlador del motor, más las demás cargas conectadas.

NOTA. El valor nominal por placa de características del controlador del motor se puede derivar con base en el valor rms de la corriente del motor utilizando un ciclo intermitente y otras cargas del sistema de control, si es aplicable.

(C) Conductores que alimentan un solo transformador de fuerza. Los conductores que alimentan a un solo transformador de fuerza deben tener una ampacidad no menor a la corriente nominal por placa de características del transformador de fuerza, más todas las demás cargas conectadas.

NOTA No. 1: El valor nominal por placa de características de un transformador de fuerza que alimenta un controlador de motor, refleja la corriente nominal por placa de características del controlador del motor de la tensión de la línea (primario del transformador).

NOTA No. 2: Véase el Anexo D, Ejemplo No. D10.

(D) Conductores que alimentan a más de un motor, un controlador de motor o un transformador de fuerza. Los conductores que alimentan a más de un motor, controlador de motor o transformador de fuerza, deben tener una ampacidad no inferior a la suma de las corrientes nominales por placas de características de esos equipos más todas las demás cargas conectadas. Las corrientes nominales de los motores que se deben utilizar en esta suma, se deben determinar a partir de la Tabla 430.22 (E), de la sección 430.24, y de la Excepción No. 1 de la sección 430.24.

NOTA. Véase el Anexo D, Ejemplos No. D9 y D10.

620.14 Factor de demanda del alimentador. Se permitirán conductores del alimentador con ampacidad menor a la exigida en la sección 620.13, de acuerdo con los requisitos de la Tabla 620.14.

620.15 Valor nominal de los controladores de motores. El valor nominal de los controladores de motores debe cumplir lo establecido en la sección 430.83. Se permitirá que ese valor nominal sea menor que el valor nominal del motor del ascensor cuando el controlador intrínsecamente limite la potencia disponible al motor y esté marcado como de potencia limitada.

Tabla 620.14. Factores de demanda del alimentador para ascensores

Número de ascensores conectados al mismo alimentador	Factor de demanda
1	1
2	0.95
3	0.9
4	0.85
5	0.82
6	0.79
7	0.77
8	0.75
9	0.73
De 10 en adelante	0.72

NOTA. Con respecto al marcado de los controladores, véase la sección 430.8.

NOTA. Los factores de demanda se basan en un régimen de trabajo del 50 por ciento (es decir, la mitad del tiempo funcionando y la mitad del tiempo parado).

III. Alambrado

620.21 Métodos de alambrado. Los conductores y cables de fibra óptica ubicados en los huecos de los ascensores, en pozos de las escaleras y pasillos móviles, en carrileras, ascensores de plataforma y elevadores para sillas, en los espacios de la maquinaria, en los espacios de control, en o sobre las cabinas, en los cuartos de control y cuartos de máquinas, sin incluir los cables viajeros que conectan la cabina o el contrapeso y el alambrado del hueco del ascensor, se deben instalar en conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, tuberías eléctricas metálicas, conduit rígido no metálico o canalizaciones o deben ser cables de los tipos MC, MI o AC, a menos que se permita otra cosa en las secciones 620.21 (A) hasta (C).

(A) Ascensores.

(1) Hueco del ascensor.

(a) Se permitirá instalar conduit metálico flexible, conduit metálico flexible hermético a los líquidos o conduit no metálico flexible hermético a los líquidos en los huecos de los ascensores entre las secciones verticales y los interruptores de límite, enclavamientos, estaciones de botones y dispositivos similares.

(b) Se permitirá instalar, entre las secciones verticales y los equipos de señales o los dispositivos de operación, los cables utilizados en los circuitos de potencia limitada de Clase 2, siempre que esos cables estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo con chaqueta y retardante de la llama.

(c) Se permitirá instalar cordones y cables flexibles que formen parte de equipos listados y se usen en circuitos que funcionen a 30 voltios rms o menos o a 42 voltios de c.c. o menos, en longitudes no superiores a 1.8 m (6 pies), siempre que tales cables y cordones estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo con chaqueta y retardante de la llama.

(d) Se permitirán los siguientes métodos de alambrado en el hueco del ascensor, en longitudes que no excedan los 1.8 m (6 pies):

(1) Conduit metálico flexible.

(2) Conduit metálico flexible hermético a los líquidos.

(3) Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos.

(4) Se permitirá instalar cordones y cables flexibles o conductores agrupados y sujetos juntos con cinta o cordeles, sin una canalización. Se deben ubicar de modo tal que estén protegidos contra daños físicos y deben ser del tipo retardante de la llama y deben ser parte de los siguientes elementos:

a. Equipo listado

b. Una máquina de accionamiento, o

c. Un freno de una máquina de accionamiento

(e) Se permitirá conectar con cordón una bomba de sumidero o una bomba de

recuperación de aceite ubicada en el foso del elevador. El cordón debe ser del tipo resistente al aceite y de uso rudo, con una longitud no mayor a 1.8 m (6 pies) y debe ser ubicado y protegido contra daños físicos.

(2) Cabinas.

(a) Se permitirá instalar en las cabinas conduit metálico flexible, conduit metálico flexible hermético a los líquidos o conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, con designador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8 de pulgada) o más grande, pero que no superen los 1.8 m (6 pies) de longitud, siempre que sean ubicados de modo que estén libres de aceite y se encuentren sujetos firmemente en su lugar.

Excepción: Se permitirá conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, según se define en la sección 356.2 (2), con designador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8 de pulgada) o más grande, en longitudes que excedan los 1.8 m (6 pies).

(b) Se permitirá instalar cordones de uso pesado y semipesado que cumplan los requisitos del Artículo 400 (Tabla 400.4) como conexiones flexibles entre el alambrado fijo en la cabina y los dispositivos instalados sobre las puertas o salidas de las cabinas. Sólo se permitirá usar cordones de uso pesado como conexiones flexibles con el dispositivo de operación o la luz de trabajo instalados encima de la cabina. Los dispositivos o luminarias deben estar puestos a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos tendido junto con los conductores del circuito. Se permitirá usar cables con conductores más pequeños y otros tipos y espesores de aislamiento y chaquetas como conexiones flexibles entre el alambrado fijo en la cabina y los dispositivos sobre las puertas o salidas de la cabina, si están listados para ese uso.

(c) Se permitirá instalar cordones y cables flexibles que formen parte de equipos listados y se usen en circuitos que funcionen a 30 voltios rms o menos o a 42 voltios de c.c. o menos, en longitudes no superiores a 1.8 m (6 pies), siempre que tales cables y cordones estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo con chaqueta y retardante de la llama.

(d) Se permitirán los siguientes métodos de alambrado en el ensamble de la cabina, en longitudes que no superen los 1.8 m (6 pies):

(1) Conduit metálico flexible.

(2) Conduit metálico flexible hermético a los líquidos.

(3) Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos.

(4) Se permitirá instalar cordones y cables flexibles o conductores agrupados y sujetos juntos con cinta o cordeles, sin una canalización. Se deben ubicar de modo tal que estén protegidos contra daños físicos y deben ser del tipo retardante de la llama y deben ser parte de uno de los siguientes elementos:

a. Equipo listado

b. Una máquina de accionamiento, o

c. Un freno de una máquina de accionamiento

(3) Dentro de cuartos de máquinas, cuartos de control, espacios para maquinaria y espacios de control.

(a) Se permitirá instalar conduit metálico flexible, conduit metálico flexible hermético a los líquidos o conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, con designador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8 de pulgada) o más grande, pero que no superen los 1.8 m (6 pies) de longitud, entre los paneles de control y los motores de las máquinas, los frenos de las máquinas, los grupos motogeneradores, los medios de desconexión y los motores y válvulas de las unidades de bombeo.

Excepción: Se permitirá instalar conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, según se define en la sección 356.2 (2), con designador indicador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8 de pulgada) o más grande, en longitudes que excedan los 1.8 m (6 pies).

(b) Cuando los grupos motogeneradores, motores de máquinas o motores y válvulas de unidades de bombeo estén ubicados adyacentes a o debajo del equipo de control y estén equipados con puntas terminales extralargas de no más de 1.8 m (6 pies) de longitud, se permitirá que dichas puntas se prolonguen hasta conectarlos directamente con los bornes terminales del controlador, independientemente de los requisitos de capacidad de conducción que establecen los Artículos 430 y 445. Se permitirá instalar canales auxiliares en los cuartos de máquinas y los cuartos de control entre los controladores, arrancadores y aparatos similares.

(c) Se permitirá instalar cordones y cables flexibles que formen parte de equipos listados y se usen en circuitos que funcionen a 30 voltios rms o menos o a 42 voltios de c.c. o menos, en longitudes no superiores a 1.8 m (6 pies), siempre que tales cables y cordones estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo con chaqueta y retardante de la llama.

(d) En los equipos ya existentes o listados, se permitirá también que los conductores estén agrupados y sujetos juntos con cinta o cordeles, sin instalarlos en una canalización. Dichos grupos de cables se deben soportar a intervalos no mayores a 900 mm (3 pies) y ubicarlos de modo que estén protegidos contra daños físicos.

(e) En estos cuartos y espacios se permitirán cordones y cables flexibles en longitudes que no superen los 1.8 m (6 pies) que sean del tipo retardante de la llama y se ubiquen de modo tal que estén protegidos contra daños físicos, sin que se deban instalar en una canalización. Deben ser parte de uno de los siguientes elementos:

(1) Equipo listado
(2) Una máquina de accionamiento, o
(3) Un freno de una máquina de accionamiento

(4) Contrapeso. En el ensamble del contrapeso se permitirán instalar los siguientes métodos de alambrado, en longitudes que no superen los 1.8 m (6 pies):

(1) Conduit metálico flexible.

(2) Conduit metálico flexible hermético a los líquidos.

(3) Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos.

(4) Se permitirá instalar cordones y cables flexibles o conductores agrupados y sujetos juntos con cinta o cordeles, sin una canalización. Se deben ubicar de modo tal que estén protegidos contra daños físicos y deben ser del tipo retardante de la llama y deben ser parte de uno de los siguientes elementos:

a. Equipo listado

b. Una máquina de accionamiento, o

c. Un freno de una máquina de accionamiento

(B) Escaleras

(1) Métodos de alambrado. Se permitirá instalar conduit metálico flexible, conduit metálico flexible hermético a los líquidos o conduit no metálico flexible hermético a los líquidos en el pozo de cables de las escaleras y pasillos móviles. Se permitirá instalar conduit metálico flexible o conduit flexible hermético a los líquidos, con designador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8 de pulgada) en longitudes que no excedan los 1.8 m (6 pies).

Excepción: Se permitirá instalar conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, según se define en la sección 356.2 (2), con designador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8 de pulgada) o más grande, en longitudes que excedan los 1.8 m (6 pies).

(2) Cables de circuitos de Clase 2. Se permitirá instalar dentro de las escaleras y pasillos móviles los cables utilizados en los circuitos de potencia limitada de Clase 2, siempre que esos cables estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo con chaqueta y retardante de la llama.

(3) Cordones flexibles. Se permitirá utilizar cordones de uso pesado que cumplan los requisitos del Artículo 400 (Tabla 400.4) como conexiones flexibles en los paneles de control y medios de desconexión de las escaleras y pasillos móviles, siempre que todo el panel de control y el medio de desconexión estén instalados de modo que se puedan quitar de los espacios de máquina, tal como lo permite la sección 620.5.

(C) Canalizaciones de ascensores de plataforma y elevadores de sillas.

(1) Métodos de alambrado. Se permitirá utilizar conduit metálico flexible o conduit metálico flexible hermético a los líquidos en las carrileras de los ascensores de plataforma y elevadores para sillas y en los espacios de maquinaria. Se permitirá usar conduit metálico flexible o conduit flexible hermético a los líquidos, con designador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8 de pulgada) y longitud no superior a 1.8 m (6 pies).

Excepción: Se permitirá instalar conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, según se define en la sección 356.2 (2), con designador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8 de pulgada) o más grande, en longitudes que excedan los 1.8 m (6 pies).

(2) Cables de circuitos de Clase 2. Se permitirá instalar dentro de las carrileras de las escaleras y pasillos móviles los cables utilizados en los circuitos de potencia limitada de Clase 2, siempre que esos cables estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo con chaqueta y retardante de la llama.

(3) Cordones y cables flexibles. Se permitirá instalar cordones y cables flexibles que formen parte de equipos listados y se usen en circuitos que funcionen a 30 voltios rms o menos o a 42 voltios de c.c. o menos, en longitudes no superiores a 1.8 m (6 pies), siempre que tales cables y cordones estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo con chaqueta y retardante de la llama.

620.22 Circuitos ramales para alumbrado, receptáculos, ventilación, calefacción y aire acondicionado de las cabinas de los ascensores.

(A) Fuente para el alumbrado de la cabina. Un circuito ramal separado debe energizar las luces, receptáculo(s), la fuente auxiliar de alumbrado y la ventilación de cada cabina de ascensor. El dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal debe ubicarse en el cuarto de máquinas o en el cuarto de control/espacio de maquinaria o en el espacio de control del ascensor.

El alumbrado exigido no se debe conectar al lado de carga de un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

(B) Fuente para calefacción y aire acondicionado. Un circuito ramal dedicado debe alimentar las unidades de aire acondicionado y calefacción de cada cabina de ascensor. El dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal debe ubicarse en el cuarto de máquinas o en cuarto de control / espacio de maquinaria o en el espacio de control del ascensor.

620.23 Circuito ramal para el alumbrado y el(los) receptáculo(s) del cuarto de máquinas o del cuarto de control/espacio de maquinaria o espacio de control.

(A) Circuito ramal separado. Un circuito ramal separado debe alimentar el alumbrado y el(los) receptáculo(s) del cuarto de máquinas o del cuarto de control/espacio de maquinaria o del espacio de control.

El alumbrado exigido no se debe conectar al lado de carga de un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

(B) Interruptor del alumbrado. El interruptor del alumbrado para el cuarto de máquinas o el cuarto de control / espacio de maquinaria o espacio de control debe estar ubicado en el punto de entrada.

(C) Receptáculos dúplex. En cada cuarto de máquinas o cuarto de control y espacio de maquinaria o espacio de control, debe proporcionarse como mínimo un receptáculo dúplex, monofásico a 125 voltios y 15 ó 20 amperios.

> **NOTA**: Respecto a los niveles de iluminación, véase la publicación ASME A17.1-2004, Safety Code for Elevators and Escalators.

620.24 Circuito ramal para alumbrado y receptáculo(s) del foso del ascensor.

(A) Circuito ramal separado. Un circuito ramal separado debe alimentar el alumbrado y el(los) receptáculo(s) del foso del hueco ascensor.

El alumbrado exigido no se debe conectar al lado de carga de un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

(B) Interruptor del alumbrado. El interruptor del alumbrado debe estar ubicado de modo que sea fácilmente accesible desde la puerta de acceso al foso.

(C) Receptáculos dúplex. En el foso del hueco ascensor se debe proporcionar como mínimo un receptáculo dúplex, monofásico a 125 voltios y de 15 ó 20 amperios.

> **NOTA**: Respecto a los niveles de iluminación, véase la publicación ASME A17.1-2004, Safety Code for Elevators and Escalators.

620.25 Circuitos ramales para otros equipos de utilización.

(A) Circuitos ramales adicionales. Un(os) circuito(s) ramal(es) adicional(es) debe(n) alimentar a los equipos de utilización no identificados en las secciones 620.22, 620.23 y 620.24. Otros equipos de utilización se deben limitar a los equipos identificados en la sección 620.1.

(B) Dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente del (los) circuito(s) ramal(es) se deben ubicar en el cuarto de máquinas o en el cuarto de control / espacio de maquinaria o el espacio de control.

IV. Instalación de los conductores

620.32 Ductos metálicos y no metálicos. La suma del área de la sección transversal de los conductores individuales en un ducto no debe superar el 50 por ciento del área de la sección transversal interior de dicho ducto.
Los tramos verticales de los ductos deben estar soportados firmemente a intervalos no mayores a 4.5 m (15 pies) y no deben tener más de una unión entre dos soportes. Las secciones consecutivas de ducto se deben unir firmemente, con el fin de formar una unión rígida.

620.33 Número de conductores en una canalización. La suma del área de la sección transversal de los conductores individuales en las canalizaciones no debe superar el 40 por ciento del área de la sección transversal interior de la canalización, excepto lo permitido en la sección 620.32 para los ductos.

620.34 Soportes. Los soportes de los cables o las canalizaciones en los huecos de los ascensores, pozos de escaleras o pasillos móviles o de ascensores de plataforma o elevadores de sillas, deben estar sujetos firmemente al riel de guía, al armazón de la escalera o pasillo móvil o a la construcción del hueco del ascensor pozo o carrilera.

620.35 Canales auxiliares. Los canales auxiliares no deben estar sujetos a las limitaciones de longitud de la sección 366.12 (2) ni a las del número de conductores de la sección 366.22.

620.36 Sistemas diferentes en una canalización o cable viajero. Se permitirá que los cables de fibra óptica y los conductores de los dispositivos de operación, de los circuitos de operación y control del movimiento, circuitos de fuerza, señalización, alarmas contra incendios, alumbrado, calefacción y aire acondicionado de 600 voltios o menos, estén instalados en el mismo cable viajero o sistema de canalización, siempre que todos los conductores estén aislados para la tensión máxima

aplicada a cualquier conductor dentro del cable o sistema de canalización si todas las partes vivas de los equipos están aisladas de tierra para esa tensión máxima. Se permitirá también que en dicho cable viajero o canalización se incluyan conductores blindados y/o uno o más cables coaxiales siempre que dichos conductores estén aislados para la tensión máxima aplicada a cualquier conductor dentro del cable o sistema de canalización. Se permitirá que los conductores estén cubiertos con el blindaje adecuado para circuitos de comunicaciones telefónicas, de audio, vídeo o de alta frecuencia.

620.37 Alambrado en huecos de ascensores, cuartos de máquinas, cuartos de control, espacios de maquinaria y espacios de control.

(A) Usos permitidos. Sólo se permitirá que dentro del hueco del ascensor, cuartos de máquinas, cuartos de control, espacios de maquinaria y espacios de control haya alambrado, cables y canalizaciones eléctricos utilizados directamente en conexión con el ascensor o ascensor pequeño de carga, incluido el alambrado para señales, para circuitos de comunicación con la cabina, para alumbrado, calefacción, ventilación y aire acondicionado en la cabina, para sistemas de detección de incendios, para bombas de sumidero del foso y los de calefacción, alumbrado y ventilación del propio hueco del ascensor.

(B) Protección contra descargas atmosféricas. Se permitirá unir los rieles del ascensor (los de la cabina y/o los del contrapeso) con los conductores de bajada para puesta a tierra del sistema de protección contra descargas atmosféricas. Dichos conductores no deben estar instalados dentro del hueco del ascensor. No se deben utilizar los rieles ni otros equipos existentes en el hueco del ascensor como conductores de bajada para puesta a tierra del sistema de protección contra descargas atmosféricas.

> **NOTA**: Con respecto a los requisitos de la unión, véase la sección 250.106. Para más información, véase la publicación NFPA 780-2008, Standard for the Installation of Lightning Protection Systems.

(C) Alimentadores principales. Los alimentadores principales para la alimentación de fuerza a los ascensores y pequeños ascensores de carga se deben instalar fuera del hueco del ascensor, excepto lo siguiente:

(1) Con autorización especial se permitirá que los alimentadores para los ascensores estén instalados dentro de un hueco existente, si no hay conductores empalmados dentro del mismo.

(2) Se permitirá que los alimentadores de los ascensores estén instalados dentro del hueco con los motores de accionamiento ubicados dentro del mismo hueco, o sobre la cabina o el contrapeso.

620.38 Equipos eléctricos en garajes y servicios similares. Los equipos y alambrados eléctricos utilizados para ascensores, pequeños ascensores de carga, escaleras y pasillos móviles, ascensores de plataforma y elevadores de sillas que estén instalados en garajes deben cumplir lo establecido en el Artículo 511.

> **NOTA**. Según la sección 511.3, no son lugares clasificados los garajes utilizados como estacionamiento o depósito en los que no se realizan trabajos de reparación.

V. Cables viajeros

620.41 Suspensión de cables móviles. Los cables móviles deben estar suspendidos en los

extremos de la cabina y del hueco del ascensor, o del extremo del contrapeso cuando sea aplicable, de modo que se reduzca al mínimo la tensión mecánica sobre los conductores individuales de cobre. Los cables viajeros deben estar soportados por uno de los siguientes medios:

(1) Por su(s) elemento(s) de soporte de acero.

(2) Haciendo un bucle con el cable alrededor de los soportes, cuando la longitud no sostenida sea menor a 30 m (100 pies).

(3) Suspendiéndolos de los soportes por un mecanismo que automáticamente haga presión alrededor del cable cuando aumente la tensión mecánica, siempre que la longitud del cable no soportado sea de hasta 60 m (200 pies).

> **NOTA**. La longitud no soportada del medio de suspensión existente en el hueco del ascensor es la longitud del cable medida desde su punto de suspensión en el hueco del ascensor hasta la parte inferior del bucle, cuando la cabina está ubicada en su punto inferior de parada. La longitud no sostenida del medio de suspensión de la cabina es la longitud del cable medida desde el punto de suspensión sobre la cabina hasta la parte inferior del bucle, cuando la cabina está ubicada en su punto superior de parada.

620.42 Lugares (clasificados como) peligrosos. En los lugares (clasificados como) peligrosos, los cables viajeros de los ascensores deben ser de un tipo aprobado para lugares (clasificados como) peligrosos y deben cumplir con las secciones 501.140, 502.140 ó 503.140, según sea aplicable.

620.43 Ubicación y protección de los cables. Los soportes de los cables viajeros deben estar ubicados de modo que reduzcan al mínimo la posibilidad de daño debido a que los cables entren en contacto con el hueco de la construcción del ascensor o con los equipos instalados en el mismo. Cuando sea necesario, se debe proporcionar el resguardo adecuado para proteger los cables contra daños.

620.44 Instalación de los cables viajeros. Se permitirá que los cables viajeros que están adecuadamente soportados y protegidos contra daños físicos estén tendidos sin el uso de una canalización en uno o los dos casos siguientes:

(a) Cuando se usan dentro del hueco del ascensor, sobre la cabina del ascensor, la pared del hueco, el contrapeso, o los controladores y la maquinaria están ubicados dentro del hueco del ascensor, si los cables están con el recubrimiento original.

(b) Desde el interior del hueco del ascensor hasta los envolventes del controlador del ascensor y a la cabina del ascensor y las conexiones del cuarto de máquinas, el cuarto de control, el espacio de maquinaria y el espacio de control que se encuentran fuera del hueco del ascensor, para una distancia no mayor a 1.8 m (6 pies) de longitud medida desde el primer punto de apoyo en la cabina o pared del hueco del ascensor, o del contrapeso según sea aplicable, siempre que los conductores estén agrupados y sujetos con cinta o cordeles o dentro de su recubrimiento original. Se permitirá que estos cables viajeros se continúen hasta este equipo.

VI. Medios de desconexión y control

620.51 Medios de desconexión. Se debe instalar un solo medio que desconecte todos los conductores no puestos a tierra de la alimentación principal para cada unidad, diseñado de modo que no se pueda operar ningún polo independientemente. Cuando un ascensor, escalera o pasillo móvil o unidad de bombeo, estén conectados a máquinas de accionamiento múltiple, debe haber un medio para desconectar el motor o motores y la válvula de control de los electroimanes.

El medio de desconexión para los conductores de la alimentación principal no debe desconectar el circuito ramal exigido en las secciones 620.22, 620.23 y 620.24.

(A) Tipo. El medio de desconexión debe ser un seccionador con fusibles o un interruptor automático, encerrado y operable desde el exterior que se pueda bloquear en la posición de abierto. Las disposiciones para el bloqueo o para agregar un candado al medio de desconexión deben estar instaladas sobre o en el interruptor o el interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su lugar esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o interruptor automático como los medios exigidos para ser instalados en y permanecer con el equipo.

El medio de desconexión debe ser un dispositivo listado.

> **NOTA**. Para más información, véase la publicación, ASME A17.1-2004, Safety Code for Elevators and Escalators.
>
> *Excepción No. 1: Cuando un circuito ramal individual alimente un ascensor de plataforma, se permitirá que el medio de desconexión exigido en la sección 620.51 (C) (4) cumpla lo establecido en la sección 430.109(C). Este medio de desconexión debe ser listado y que se pueda bloquear en posición de abierto. Las disposiciones para el bloqueo o para agregar un candado al medio de desconexión deben estar instaladas sobre o en el interruptor o el interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su lugar esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o interruptor automático como los medios exigidos para ser instalados en y permanecer con el equipo.*
>
> *Excepción No. 2: Cuando un circuito ramal individual alimente a un elevador de sillas, se permitirá que dicho elevador se conecte con cordón y clavija, siempre que cumpla lo establecido en la sección 422.16 (A) y el cordón no supere los 1.8 m (6 pies) de longitud.*

(B) Operación. No se debe poder abrir ni cerrar el medio de desconexión desde cualquier otra parte del inmueble. Si en el hueco del ascensor, cuartos de máquinas, cuartos de control, espacios de maquinaria o espacios de control hay instalados rociadores automáticos, se permitirá que el medio de desconexión abra automáticamente el circuito que suministra corriente al ascensor o ascensores afectados antes de la salida del agua. No se permitirá que el medio de desconexión se cierre automáticamente. La alimentación sólo se debe restablecer manualmente.

> **NOTA**: Estas disposiciones tienen por objeto reducir los riesgos asociados con la caída de agua sobre las partes vivas del equipo eléctrico en el ascensor.

(C) Ubicación. El medio de desconexión debe estar ubicado donde sea fácilmente accesible a personas calificadas.

(1) En los ascensores sin control de campo del generador. En los ascensores sin control de campo del generador, el medio de desconexión debe estar ubicado al alcance de la vista desde el controlador del motor. Cuando el controlador del motor esté ubicado en el hueco del ascensor, el medio de desconexión exigido en la sección 620.51 (A) debe estar ubicado en un espacio de maquinaria, cuarto de máquinas, espacio de control o cuarto de control fuera del hueco; y un seccionador adicional, encerrado, sin fusibles, operable externamente y que se pueda bloquear en la posición de abierto, para desconectar todos los conductores no puestos a tierra de la alimentación principal debe estar al alcance de la vista desde el controlador del motor. El interruptor adicional debe ser un dispositivo listado y debe cumplir con la sección 620.91 (C).

La disposición para el bloqueo o para agregar un candado al medio de desconexión, exigida en esta sección, deben estar instalada sobre o en el interruptor o el interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su lugar esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o interruptor automático.

Las máquinas de accionamiento o los controladores de movimiento y operación que no estén al alcance de la vista desde el medio de desconexión deben estar equipados con un interruptor operado manualmente, instalado en el circuito de control para evitar el arranque. El interruptor o interruptores operados manualmente se deben instalar adyacentes a estos equipos.

Cuando la máquina de accionamiento de un ascensor eléctrico o la máquina hidráulica de un ascensor hidráulico estén ubicadas en un cuarto de máquinas remoto o un espacio de maquinaria remoto, se debe instalar un solo medio que desconecte todos los conductores no puestos a tierra de la alimentación principal y que pueda ser bloqueado en la posición de abierto.

(2) En los ascensores con control de campo del generador. En elevadores con control de campo del generador el medio de desconexión debe estar ubicado al alcance de la vista desde el controlador del motor, para el motor de accionamiento del grupo motogenerador. Las máquinas de accionamiento, grupos motogeneradores o controladores de movimiento y operación, que no estén al alcance de la vista desde el medio de desconexión deben estar equipados con un interruptor de operación manual instalado en el circuito de control para prevenir el arranque. El interruptor o interruptores de operación manual se deben instalar adyacentes a estos equipos.

Cuando la máquina de accionamiento o el grupo motogenerador estén ubicados en un cuarto de máquinas remoto o un espacio de maquinaria remoto, se debe instalar un solo medio que desconecte todos los conductores no puestos a tierra del circuito de alimentación principal y que pueda ser bloqueado en la posición de abierto.

(3) En las escaleras y pasillos móviles. En las escaleras y pasillos móviles, el medio de desconexión se debe instalar en el espacio donde se ubica el controlador.

(4) En los ascensores de plataforma y elevadores para sillas. En los ascensores de plataforma y elevadores para sillas, el medio de desconexión se debe instalar al alcance de la vista desde el controlador del motor.

(D) Identificación y anuncios. Cuando en un cuarto de máquinas haya más de una máquina de

accionamiento, los medios de desconexión deben estar numerados para corresponder con el número de identificación de las máquinas de accionamiento que controlan.
Cada medio de desconexión debe estar dotado de un anuncio que indique la ubicación del dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado de alimentación.

620.52 Alimentación de potencia desde más de una fuente.

(A) Instalaciones con una y varias cabinas. En las instalaciones de una y varias cabinas, los equipos que reciban alimentación eléctrica desde más de una fuente deben tener un medio de desconexión para cada fuente de potencia eléctrica. Los medios de desconexión deben estar al alcance de la vista desde el equipo que alimentan.

(B) Anuncio de advertencia para múltiples medios de desconexión. Cuando existan múltiples medios de desconexión y haya partes de los controladores que permanezcan energizadas desde una fuente diferente a la que está desconectada, se debe instalar sobre o cerca del medio de desconexión un anuncio de advertencia en el que se lea claramente lo siguiente:

"ADVERTENCIA PARTES DEL CONTROLADOR NO SON DESENERGIZADAS
POR ESTE INTERRUPTOR"

(C) Controladores de interconexión de múltiples cabinas. Cuando la interconexión entre controladores sea necesaria para la operación de sistemas en instalaciones de múltiples cabinas que permanezcan energizados desde una fuente distinta a la desconectada, se debe instalar un anuncio de advertencia como el descrito en la sección 620.52 (B) sobre o al lado de los medios de desconexión.

620.53 Medios de desconexión del alumbrado, receptáculo(s) y equipos de ventilación de la cabina. Los ascensores deben tener un solo medio para la desconexión de todos los conductores no puestos a tierra de los circuitos de alimentación para alumbrado, receptáculo(s) y ventilación de cada cabina.

El medio de desconexión debe ser un seccionador con fusibles o un interruptor automático, encerrado, operable desde el exterior, que pueda ser bloqueado en la posición de abierto y debe estar ubicado en el cuarto de máquinas o el cuarto de control de esa cabina de ascensor. Las disposiciones para el bloqueo o para agregar un candado al medio de desconexión deben estar instaladas sobre o en el interruptor o el interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su lugar esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o interruptor automático como los medios exigidos para ser instalados en y permanecer con el equipo. Cuando no exista cuarto de máquinas o cuarto de control, el medio de desconexión debe ubicarse en el espacio de maquinaria o en el espacio de control fuera del hueco del ascensor, que sea fácilmente accesible a personas calificadas únicamente.

Los medios de desconexión deben estar numerados de modo que correspondan con el número de identificación de la cabina cuya alimentación de alumbrado controlan.

Cada medio de desconexión debe estar dotado de un anuncio que indique la ubicación del dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado de alimentación.

620.54 Medios de desconexión para la calefacción y el aire acondicionado. Los ascensores deben

tener un solo medio que desconecte todos los conductores no puestos a tierra de los circuitos de alimentación de la calefacción y el aire acondicionado de cada cabina.
El medio de desconexión debe ser un seccionador con fusibles o un interruptor automático, encerrado, operable desde el exterior, capaz de ser bloqueado en la posición de abierto y debe estar ubicado en el cuarto de máquinas o el cuarto de control de esa cabina. Las disposiciones para el bloqueo o para agregar un candado al medio de desconexión deben estar instaladas sobre o en el interruptor o el interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su lugar esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o interruptor automático como los medios exigidos para ser instalados en y permanecer con el equipo. Cuando no exista cuarto de máquinas o cuarto de control, el medio de desconexión debe ubicarse en el espacio de maquinaria o en el espacio de control fuera del hueco del ascensor, que sea fácilmente accesible a personas calificadas únicamente. Cuando en el cuarto de máquinas haya equipos para más de una cabina de ascensor, los medios de desconexión deben estar numerados de modo que correspondan con el número de identificación de la cabina cuya alimentación de calefacción y aire acondicionado controlan.
Cada medio de desconexión debe estar dotado de un anuncio que indique la ubicación del dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado de alimentación.

620.55 Medios de desconexión para el equipo de utilización. Cada circuito ramal para otros equipos de utilización debe tener un solo medio que desconecte todos los conductores no puestos a tierra. El medio de desconexión debe poder ser bloqueado en la posición de abierto y estar ubicado en el cuarto de máquinas o el cuarto de control/espacio de máquinas o en el espacio de control. Las disposiciones para el bloqueo o para agregar un candado al medio de desconexión deben estar instaladas sobre o en el interruptor o el interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su lugar esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o interruptor automático como los medios exigidos para ser instalados en y permanecer con el equipo.
Cuando haya más de un circuito ramal para otros equipos de utilización, los medios de desconexión deben estar numerados de modo que correspondan con el número de identificación del equipo al cual alimentan. El medio de desconexión debe estar dotado de un anuncio que indique la ubicación del dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado de alimentación.

VII. Protección contra sobrecorriente

620.61 Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente se debe proporcionar de acuerdo con las secciones 620.61 (A) hasta (D).

(A) Dispositivos de operación, y circuitos de control y señalización. Los dispositivos de operación, y los circuitos de control y señalización deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con los requisitos establecidos en las secciones 725.43 y 725.45.

Los circuitos de potencia limitada de Clase 2 deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con los requisitos establecidos en el Capítulo 9, Notas a las Tablas 11 (A) y 11 (B).

(B) Protección contra sobrecarga para motores. La protección contra sobrecarga del circuito ramal y del motor debe estar de acuerdo con el Artículo 430, Parte III y las siguientes (B) (1) hasta (B) (4).

(1) Clasificación del régimen de servicio en motores de ascensores, pequeños ascensores de carga y de accionamiento de grupos motogeneradores. El régimen

en motores de máquinas de accionamiento de los ascensores y pequeños ascensores de carga y los motores de accionamiento de motogeneradores usados con control de campo del generador, debe estar clasificado como de ciclo intermitente. Se permitirá que dichos motores estén protegidos contra sobrecarga según lo establecido en la sección 430.33.

(2) Clasificación del régimen en motores de escaleras. El régimen de los motores de máquinas de accionamiento de las escaleras y pasillos móviles debe estar clasificado como de ciclo continuo. Dichos motores deben estar protegidos contra sobrecarga según lo establecido en la sección 430.32.

(3) Protección contra sobrecarga. Los motores de máquinas de accionamiento de las escaleras y pasillos móviles y los motores de accionamiento de los grupos motogeneradores deben estar protegidos contra sobrecarga en funcionamiento según lo establecido en la Tabla 430.37.

(4) Clasificación del régimen y protección contra sobrecarga en motores para ascensores de plataforma y elevadores de sillas. El régimen de máquinas de accionamiento de ascensores de plataforma y elevadores para sillas debe estar clasificado como de ciclo intermitente. Se permitirá que dichos motores estén protegidos contra sobrecarga según lo establecido en la sección 430.33.

NOTA. Para más información, véase lo que se indica en la sección 430.44 sobre paradas sistemáticas.

(C) Protección del alimentador del motor contra cortocircuito y fallas a tierra. La protección del alimentador del motor contra cortocircuito y fallas a tierra debe cumplir lo establecido en el Artículo 430, Parte V.

(D) Protección del circuito ramal del motor contra cortocircuito y fallas a tierra. La protección del circuito ramal del motor contra cortocircuito y fallas a tierra debe cumplir lo establecido en el Artículo 430, Parte IV.

620.62 Coordinación selectiva. Cuando más de un medio de desconexión de máquinas de accionamiento sean alimentados por un solo alimentador, los dispositivos de protección contra sobrecorriente en cada medio de desconexión deben estar coordinados selectivamente con cualquier otro dispositivo de protección contra sobrecorriente instalado en el lado de alimentación.

VIII. Cuartos de máquinas, cuartos de control, espacios de maquinaria y espacios de control

620.71 Resguardo del equipo. Los grupos motogeneradores, controladores de motores, máquinas de accionamiento y medios de desconexión de los ascensores, pequeños ascensores de carga, escaleras y pasillos móviles, deben estar instalados en un cuarto o un espacio separado para ese propósito, a menos que se permita otra cosa en las secciones 620.71 (A) o (B). El cuarto o espacio debe estar asegurado contra el acceso no autorizado.

(A) Controladores de motores. Se permitirá instalar los controladores de motores fuera de los

sitios especificados en este artículo, siempre que estén en envolventes con puertas o paneles removibles que se puedan dejar bloqueados en posición de cerrado y que el medio de desconexión esté ubicado al lado o forme parte integral del controlador del motor. Se permitirá instalar los envolventes de los controladores de motores para escaleras o pasillos móviles en las barandas laterales al lado del pasillo, pero lejos de los escalones o tramos móviles. Si el medio de desconexión forma parte integral del controlador, debe ser operable sin abrir el envolvente.

(B) Máquinas de accionamiento. Se permitirán fuera de los espacios especificados en este artículo, los ascensores con las máquinas de accionamiento ubicadas sobre la cabina, sobre el contrapeso o en el hueco del ascensor y las máquinas de accionamiento para pequeños ascensores de carga, ascensores de plataforma y elevadores de sillas.

IX. Puesta a tierra

620.81 Canalizaciones metálicas unidas a las cabinas. Las canalizaciones metálicas y los cables de los tipos MC, MI o AC unidos a las cabinas de los ascensores, deben unirse a las partes metálicas de la cabina que están unidas al conductor de puesta a tierra de equipos.

620.82 Ascensores eléctricos. En los ascensores eléctricos, las carcasas de todos los motores, las máquinas elevadoras, controladores y envolventes metálicos de todos los equipos eléctricos instalados sobre la cabina, dentro de ella o en el hueco del ascensor, se deben unir según lo especificado en el Artículo 250, Partes V y VII.

620.83 Ascensores no eléctricos. En los ascensores que no sean eléctricos pero que tengan algún conductor eléctrico unido a la cabina, la carcasa metálica de la cabina que sea normalmente accesible a las personas se debe unir según lo especificado en el Artículo 250, Partes V y VII.

620.84. Escaleras y pasillos móviles, ascensores de plataforma y elevadores para sillas. Las escaleras, pasillos móviles, ascensores de plataforma y elevadores para sillas deben cumplir lo establecido en el Artículo 250.

620.85 Interruptor de circuito contra fallas a tierra para la protección de las personas. Todos los receptáculos monofásicos de 125 voltios y de 15 ó 20 amperios instalados en los fosos y huecos del ascensor, sobre las cabinas y en el pozo de las escaleras y pasillos móviles, deben ser del tipo con interruptor de circuito contra fallas a tierra.

Todos los receptáculos monofásicos de 125 voltios, de 15 y 20 amperios instalados en los cuartos de máquinas y espacios de maquinaria, deben tener protección mediante interruptor de circuito contra fallas a tierra para el personal.

No se exigirá proteger mediante interruptor de circuito contra fallas a tierra los receptáculos sencillos que alimentan bombas de desagüe instaladas de modo permanente.

X. Sistemas de reserva y de emergencia

620.91 Sistemas de reserva y de emergencia. Se permitirá que los ascensores estén conectados a sistemas eléctricos de reserva o de emergencia.

NOTA. Para más información, véanse las publicaciones ASME A17.1-2004, Safety Code for Elevators and Escalators, y la CSA B44-04, Elevator and Escalator Electrical Equipment Certification Standard 2.27.2.

(A) Energía regenerativa. En los sistemas de ascensores que regeneren energía y la devuelvan a la fuente de alimentación y que sean incapaces de absorber la energía regenerativa bajo condiciones de sobrecarga transportada por el ascensor, se debe instalar un medio que absorba dicha energía.

(B) Otras cargas del edificio. Se permitirá utilizar otras cargas del edificio, tales como las de fuerza y alumbrado, como medio de absorción de la energía exigido en la sección 620.91 (A), siempre que dichas cargas se conecten automáticamente al sistema de reserva o de emergencia de los ascensores y sean lo suficientemente grandes como para absorber la energía regenerativa del ascensor.

(C) Medios de desconexión. Los medios de desconexión exigidos por la sección 620.51 deben desconectar los ascensores tanto del sistema de alimentación normal como del de reserva o de emergencia.

Cuando haya conectada una fuente de alimentación adicional en el lado de la carga del medio de desconexión, el medio de desconexión exigido por la sección 620.51 debe incluir un contacto auxiliar, que se abra positivamente en forma mecánica, y la apertura no debe depender exclusivamente de resortes. Este contacto debe causar la desconexión de la fuente de alimentación adicional de su carga, cuando el medio de desconexión esté en la posición de abierto.

ARTÍCULO 625
Sistemas de carga de vehículos eléctricos

I. Generalidades

625.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo tratan de los conductores y equipos eléctricos externos a los vehículos eléctricos y que sirven para conectarlos a una fuente de alimentación por medios conductivos o inductivos y a la instalación de los equipos y dispositivos relacionados con la carga de vehículos eléctricos.

> **NOTA**. Para los camiones industriales, véase la publicación NFPA 505-2006, Fire Safety Standard for Powered Industrial Trucks Including Type Designations, Areas of Use, Conversions, Maintenance, and Operation.

625.2 Definiciones.

Acoplador del vehículo eléctrico. Dispositivo de entrada de conexión del vehículo eléctrico y el conjunto conector del vehículo eléctrico.

Batería no ventilada para vehículos eléctricos. Batería herméticamente sellada compuesta de una o más celdas electroquímicas recargables, que no tiene disposiciones para la liberación de presiones excesivas de gas, ni para la adición de agua ni para mediciones externas de la gravedad específica del electrolito.

Conector del vehículo eléctrico. Dispositivo que, conectado por inserción a un dispositivo de entrada en el vehículo eléctrico, establece una conexión eléctrica con el vehículo eléctrico con el propósito de carga y de intercambio de información. Este dispositivo hace parte del acoplador del vehículo eléctrico.

Entrada del vehículo eléctrico. Dispositivo en el vehículo eléctrico en el que se inserta el conector del vehículo eléctrico para carga e intercambio de información. Este dispositivo hace parte del acoplador del vehículo eléctrico. Para los propósitos de este Código, la entrada del vehículo eléctrico se considera como parte del vehículo eléctrico y no como parte del equipo de alimentación del vehículo eléctrico.

Equipo de alimentación para vehículos eléctricos. Los conductores, incluidos los puestos a tierra, los no puestos a tierra y los de puesta a tierra de equipos, los conectores para vehículos eléctricos, clavijas de conexión y todos los otros accesorios, dispositivos, salidas de fuerza o aparatos instalados específicamente para suministrar energía eléctrica desde los alambrados de los inmuebles hasta los vehículos eléctricos.

Sistema de protección del personal. Sistema de dispositivos de protección del personal y características de construcción que, al emplearse en conjunto, proporcionan protección al personal contra choques eléctricos.

Vehículo eléctrico. Vehículo tipo automotor para uso en carretera, como automóviles para pasajeros, autobuses, camiones, furgones, vehículos colectivos eléctricos y similares, propulsados fundamentalmente por un motor eléctrico que toma corriente de baterías de acumulador recargables, celda de combustible, montaje fotovoltaico u otra fuente de corriente eléctrica. Para el propósito de este artículo, no se incluyen las motocicletas eléctricas y vehículos similares, ni los vehículos

eléctricos fuera de carretera autopropulsados, como los camiones industriales, montacargas, montacargas, transportadores, carritos de golf, equipo de apoyo en tierra a aeronaves, tractores, botes y similares.

625.3 Otros Artículos. Cuando haya discrepancias en los requisitos de este Artículo 625 con otros de este Código, se debe aplicar lo establecido en el Artículo 625.

625.4 Tensiones. Si no se especifican otras tensiones, los equipos de los que trata este artículo se deben alimentar desde sistemas de c.a. con tensión nominal de 120, 120/240, 208Y/120, 240, 480Y/277, 480, 600Y/347 y 600 voltios.

625.5 Listados o etiquetados. Todos los materiales eléctricos, dispositivos, accesorios y equipos asociados deben estar listados o etiquetados.

II. Métodos de alambrado

625.9 Acoplador del vehículo eléctrico. El acoplador del vehículo eléctrico debe cumplir lo establecido en las secciones 625.9 (A) hasta (F).

(A) Polarización. El acoplador del vehículo eléctrico debe estar polarizado, a menos que sea parte de un sistema identificado y listado como adecuado para este propósito.

(B) Imposibilidad de intercambio. El acoplador del vehículo eléctrico debe tener una configuración que no sea intercambiable con dispositivos de alambrado en otros sistemas eléctricos. El acoplador del vehículo eléctrico del tipo no puesto a tierra no debe ser intercambiable con los del tipo puesto a tierra.

(C) Construcción e instalación. El acoplador del vehículo eléctrico debe estar construido e instalado de modo que se proteja el contacto accidental de las personas con partes vivas desde el equipo de alimentación del vehículo o la batería del vehículo.

(D) Desconexión no intencional. El acoplador del vehículo eléctrico debe tener un medio positivo adecuado que prevenga su desconexión no intencional.

(E) Polo de puesta a tierra. El acoplador del vehículo eléctrico debe tener un polo de puesta a tierra, a menos que sea parte de un sistema identificado y listado como adecuado para el propósito de acuerdo con el Artículo 250.

(F) Requisitos del polo de puesta a tierra. Si se proporciona un polo de puesta a tierra, el acoplador del vehículo eléctrico debe diseñarse de modo que la conexión del polo de puesta a tierra sea el primero en establecer y el último en interrumpir el contacto.

III. Construcción del equipo

625.13 Equipo de alimentación para vehículos eléctricos. Se permitirá que el equipo de alimentación para vehículos eléctricos, de 125 voltios nominales, monofásico, de 15 ó 20 amperios, o parte de un sistema identificado y listado como adecuado para el propósito y que cumpla los requisitos de las secciones 625.18, 625.19 y 625.29, sea conectado mediante cordón y clavija. Todos los demás equipos de alimentación del vehículo eléctrico deben conectarse y sujetarse de manera permanente en su lugar. Estos equipos no deben

tener partes vivas expuestas.

625.14 Valor nominal. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe tener un valor nominal suficiente para la carga que deba alimentar. A efectos de este artículo, se debe considerar que la operación para la recarga de un vehículo eléctrico supone una carga continua.

625.15 Marcados. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe cumplir con las secciones 625.15 (A) hasta (C).

(A) Generalidades. Todo equipo de alimentación del vehículo eléctrico debe estar marcado por el fabricante así:

PARA USO CON VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

(B) No se exige ventilación. Cuando se exige marcado, de acuerdo con la sección 625.29 (C), el equipo de alimentación del vehículo eléctrico debe estar marcado con claridad por el fabricante, así:

NO SE EXIGE VENTILACIÓN

La marca debe ubicarse de modo que sea visible claramente después de la instalación.

(C) Se exige ventilación. Cuando se exige marcado, de acuerdo con la sección 625.29 (D), el fabricante debe marcar en forma clara el equipo de alimentación del vehículo eléctrico con la leyenda "Se exige ventilación". El marcado debe ubicarse de modo que sea visible claramente después de la instalación.

625.16 Medio de acople. El medio de acople con el vehículo eléctrico debe ser de tipo conductivo o inductivo. Las clavijas de conexión, los conectores del vehículo eléctrico y las entradas del vehículo eléctrico deben estar listados o etiquetados para ese uso.

625.17 Cables. Los cables de los equipos de alimentación para vehículos eléctricos deben ser de los tipos EV, EVJ, EVE, EVJE, EVT o cable flexible del Tipo EVJT, según se especifica en el Artículo 400 y la Tabla 400.4. La ampacidad de los cables debe cumplir lo establecido en la Tabla 400.5 (A) para calibres del 10 AWG y menores y en la Tabla 400.5 (B) para calibres del 8 AWG y mayores. La longitud total del cable no debe superar los 7.5 m (25 pies), a menos que estén equipados con un sistema de manejo de cable listado como adecuado para el propósito. Se permitirá otro tipo de cables y ensambles listados como adecuados para ese fin, incluyendo cables híbridos opcionales para comunicaciones, señales y cables de fibra óptica.

625.18 Enclavamiento. Los equipos de alimentación para vehículos eléctricos deben estar equipados con un medio de enclavamiento que desenergice el conector del vehículo eléctrico y su cable siempre que el conector eléctrico esté desacoplado del vehículo eléctrico. No se exigirá un enclavamiento para equipo de alimentación portátil del vehículo eléctrico de conexión con cordón y clavija proyectado para conectarse a receptáculos monofásicos de 125 voltios y 15 y 20 amperios.

625.19 Desenergización automática del cable. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos o la combinación cable y conector del equipo debe estar equipado con un medio automático que desenergice los conductores del cable y el conector del vehículo eléctrico, si se expone a alguna tensión mecánica que pudiera llevar a la rotura del cable o a la separación del cable del conector eléctrico, con

la consiguiente exposición de partes energizadas. No se exigirán medios automáticos para desenergizar los conductores del cable y el conector del vehículo eléctrico para equipo de alimentación portátil del vehículo eléctrico de conexión con cordón y clavija proyectado para conectarse a receptáculos monofásicos de 125 voltios y 15 y 20 amperios.

IV. Control y protección

625.21 Protección contra sobrecorriente. El dispositivo de protección contra sobrecorriente para los alimentadores y circuitos ramales de los equipos de alimentación para vehículos eléctricos, debe dimensionarse para régimen continuo y debe tener una capacidad nominal no menor al 125 por ciento de la carga máxima del equipo de alimentación para vehículos eléctricos. Cuando haya cargas no continuas conectadas al mismo alimentador o circuito ramal, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser menor a la suma de todas las cargas no continuas más el 125 por ciento de las cargas continuas.

625.22 Sistema de protección del personal. El equipo de alimentación para los vehículos eléctricos debe tener un sistema listado que proteja al personal contra descargas eléctricas. Este sistema debe estar compuesto de dispositivos de protección del personal y características de construcción listados. Si se utiliza un equipo de alimentación de vehículos eléctricos conectado con cordón y clavija, el dispositivo de interrupción de un sistema listado de protección del personal debe formar parte integral de la clavija de conexión, o estar ubicado en el cable de alimentación y a una distancia no mayor de 300 mm (12 pulgadas) de la clavija.

625.23 Medios de desconexión. Los equipos de alimentación para vehículos eléctricos de más de 60 amperios o más de 150 voltios a tierra, nominales, deben tener un medio de desconexión instalado en un lugar fácilmente accesible y que se pueda bloquear en posición de abierto. La disposición para el bloqueo o para agregar un candado al medio de desconexión debe estar instalado sobre o en el interruptor o el interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su lugar esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o interruptor automático.

625.25 Pérdida de la fuente primaria. Se debe instalar un medio que evite que, cuando haya pérdida de tensión desde la red pública de energía u otro sistema o sistemas eléctricos, la energía eléctrica no pueda retroalimentarse a través del vehículo eléctrico y el equipo de alimentación hasta el sistema de alambrado del inmueble, a menos que lo permita la sección 625.26.

625.26 Sistemas interactivos. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos y las otras partes del sistema, ubicados bien sea dentro del vehículo o fuera de este, que estén identificados y proyectados para ser interconectados con un vehículo y también servir como un sistema opcional de reserva, o como una fuente de generación de energía eléctrica, o para proporcionar alimentación bidireccional, deben estar listados como adecuados para ese propósito. Cuando se usen como un sistema opcional de reserva, se deben aplicar los requisitos del Artículo 702, cuando se usen como una fuente de generación de energía eléctrica se deben aplicar los requisitos del Artículo 705.

V. Ubicación de los equipos de alimentación para vehículos eléctricos

625.28 Lugares (clasificados como) peligrosos. Cuando un equipo de alimentación para vehículos eléctricos o el alambrado esté instalado en un lugar (clasificado como) peligroso, se deben aplicar las disposiciones de los Artículos 500 a 516.

625.29 Sitios interiores. En esta categoría se deben incluir, pero no limitados a, los garajes integrados, anexos o separados de las viviendas, las estructuras de parqueo encerradas y subterráneas, los garajes públicos comerciales con o sin taller de reparación y edificios agrícolas.

(A) Ubicación. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe estar ubicado de modo que se pueda conectar directamente al vehículo.

(B) Altura. Si no está específicamente listado para ese uso y lugar, el medio de acoplamiento del equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe estar ubicado o almacenado a una altura no menor a 450 mm (18 pulgadas) y no mayor a 1.2 m (4 pies) sobre el nivel del piso.

(C) No se exige ventilación. No se exigirá ventilación mecánica cuando se empleen baterías de acumuladores no ventiladas para el vehículo eléctrico o cuando el equipo de alimentación para el vehículo eléctrico esté listado o etiquetado como adecuado para carga de vehículos eléctricos en sitios interiores sin ventilación, y esté marcado de acuerdo con la sección 625.15 (B).

(D) Se exige ventilación. Cuando el equipo de alimentación del vehículo eléctrico esté listado o etiquetado como adecuado para cargar vehículos eléctricos que requieran ventilación para procesos de carga en lugares interiores y esté marcado de acuerdo con la sección 625.15(C), se debe proporcionar ventilación mecánica, por ejemplo con un ventilador. La ventilación debe incluir tanto el equipo de suministro como el equipo de extracción de aire y debe estar permanentemente instalada y ubicada de modo que tome aire desde el exterior y desfogue directamente hacia el mismo. Los sistemas de ventilación de presión positiva sólo se permitirán en edificios o áreas que se hayan diseñado y aprobado específicamente para tal aplicación. Los requisitos de ventilación mecánica deben determinarse mediante uno de los métodos especificados en las secciones 625.29 (D) (1) hasta (D) (4).

(1) Valores de las tablas. Para las tensiones de alimentación y corrientes especificadas en las Tablas 625.29 (D) (1) o 625.29 (D) (2), los requisitos mínimos de ventilación deben ser los especificados en la Tabla 625.29 (D) (1) o Tabla 625.29 (D) (2), para cada una de las cantidades totales de vehículos eléctricos que pueden cargarse simultáneamente.

(2) Otros valores. Para las tensiones de alimentación y corrientes diferentes de las especificadas en las Tablas 625.29 (D) (1) o 625.29 (D) (2), los requisitos mínimos de ventilación se deben calcular por medio de las siguientes fórmulas generales, según sea aplicable:

(1) Monofásica: $\text{Ventilación}_{\text{monofásica}}$ en metros cúbicos por minuto (m^3/min) = $\dfrac{(\text{voltios})(\text{amperios})}{1718}$

$\text{Ventilación}_{\text{monofásica}}$ en pies cúbicos por minuto (cfm) = $\dfrac{(\text{voltios})(\text{amperios}}{48.7}$

(2) Trifásica: $\text{Ventilación}_{\text{monofásica}}$ en metros cúbicos por minuto (m^3/min) = $\dfrac{1.732\ (\text{voltios})(\text{amperios})}{1718}$

$\text{Ventilación}_{\text{monofásica}}$ en pies cúbicos por minuto (cfm) = $\dfrac{1.732\ (\text{voltios})(\text{amperios})}{48.7}$

Tabla 625.29 (D) (1). Ventilación mínima exigida en metros cúbicos por minuto (m^3/min) para cada una de las cantidades totales de vehículos eléctricos que pueden cargarse simultáneamente.

Corriente del circuito ramal	Tensión del circuito ramal						
	Monofásico			Trifásico			
	120 V	208 V	240 V ó 120/240 V	208 V ó 208Y/120 V	240 V	480 V ó 480Y/277 V	600 V ó 600Y/347 V
15	1.1	1.8	2.1	--	--	--	--
20	1.4	2.4	2.8	4.2	4.8	9.7	12
30	2.1	3.6	4.2	6.3	7.2	15	18
40	2.8	4.8	5.6	8.4	9.7	19	24
50	3.5	6.1	7	10	12	24	30
60	4.2	7.3	8.4	13	15	29	36
100	7	12	14	21	24	48	60
150	--	--	--	31	36	73	91
200	--	--	--	42	48	97	120
250	--	--	--	52	60	120	150
300	--	--	--	63	73	145	180
350	--	--	--	73	85	170	210
400	--	--	--	84	97	195	240

Tabla 625.29 (D) (2). Ventilación mínima exigida en pies cúbicos por minuto (cfm) para cada una de las cantidades totales de vehículos eléctricos que pueden cargarse simultáneamente.

Corriente del circuito ramal	Tensión del circuito ramal						
	Monofásico			Trifásico			
	120 V	208 V	240 V ó 120/240 V	208 V ó 208Y/120 V	240 V	480 V ó 480Y/277 V	600 V ó 600Y/347 V
15	37	64	74	--	--	--	--
20	49	85	99	148	171	342	427
30	74	128	148	222	256	512	641
40	99	171	197	296	342	683	854
50	123	214	246	370	427	854	1066
60	148	256	296	444	512	1025	1281
100	246	427	493	740	854	1708	2135
150	--	--	--	1110	1281	2562	3203
200	--	--	--	1480	1708	3416	4270
250	--	--	--	1850	2135	4270	5338
300	--	--	--	2221	2562	5125	6406
350	--	--	--	2591	2989	5979	7473
400	--	--	--	2961	3416	6832	8541

(3) Sistemas con estudio de ingeniería. Para un sistema de ventilación del equipo de alimentación del vehículo eléctrico diseñado por una persona calificada, con el fin de realizar tales cálculos como parte integral del sistema de ventilación total de un edificio, se permitirá determinar los requisitos de ventilación mínimos por cálculos especificados en el estudio de ingeniería.

(4) Circuitos de alimentación. El circuito de alimentación para el equipo de ventilación mecánica debe estar enclavado eléctricamente con el equipo de alimentación del vehículo eléctrico y debe permanecer energizado durante todo el ciclo de carga del vehículo eléctrico. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe estar marcado de acuerdo con la sección 625.15. El receptáculo del equipo de alimentación para vehículos eléctricos, con valor nominal de 125 voltios, monofásico, de 15 y 20 amperios deben estar marcados de acuerdo con la sección 625.15 (C) y deben estar equipados con un interruptor, y el sistema de ventilación mecánica debe estar enclavado eléctricamente a través del interruptor de alimentación del receptáculo.

625.30 Sitios exteriores. Los lugares exteriores son, pero no limitados a los estacionamientos techados y accesos vehiculares residenciales, bordes estructuras abiertas de estacionamiento, lotes de estacionamiento e instalaciones comerciales de carga de vehículos eléctricos.

(A) Ubicación. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe estar ubicado de modo que se pueda conectar directamente al vehículo.

(B) Altura. Si no está específicamente listado para el uso y lugar, el medio de acople del equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe estar ubicado o almacenado a una altura no menor a 600 mm (24 pulgadas) y no mayor a1.2 m (4 pies) sobre la superficie de estacionamiento.

ARTÍCULO 626
Espacios electrificados de estacionamiento para camiones

I. Generalidades

626.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo tratan de los conductores y equipos eléctricos externos a los camiones o a las unidades refrigeradas de transporte que conectan estos camiones o unidades a la alimentación de electricidad, y de la instalación de los equipos y dispositivos relacionados con las instalaciones eléctricas dentro de un espacio de estacionamiento electrificado para camiones.

626.2 Definiciones.

Acoplador del camión*.* Una entrada superficial bridada del camión y el conector de acoplamiento del cordón.

Camión*.* Vehículo automotor diseñado para el transporte de mercancías, servicios y equipos.

Conector del cordón*.* Dispositivo que, mediante su inserción en una entrada superficial bridada del camión, establece una conexión eléctrica con el camión, con el fin de suministrar energía para las cargas eléctricas internas y puede proporcionar un medio para el intercambio de información. Este dispositivo forma parte del acoplador del camión.

Ensamble de cable de alimentación separable*.* Cordón o cable flexible, que incluye conductores no puestos a tierra, puestos a tierra y de puesta a tierra de equipos, equipado con un conector de cordón, una clavija de conexión y todos los demás accesorios, arandelas aislantes o dispositivos instalados con el fin de suministrar energía desde la fuente de alimentación eléctrica hasta la entrada superficial bridada del camión o de la unidad refrigerada de transporte.

Entrada superficial bridada del camión*.* Dispositivo(s) en el camión dentro de los cuales se inserta el(los) conector(es) para suministrar energía eléctrica y otros servicios. Este dispositivo forma parte del acoplador del camión. Para los propósitos de este artículo, la entrada superficial bridada del camión se considera como parte del camión y no como parte del equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones.

Espacio de estacionamiento electrificado para camiones*.* Espacio de estacionamiento para camiones que ha sido equipado con un sistema eléctrico que permite a los operarios del camión conectar sus vehículos mientras están estacionados y usar fuentes de energía externas, con el fin de operar los sistemas internos tales como los de aire acondicionado, calefacción y artefactos eléctricos, sin ningún motor en marcha lenta.

> **Nota**: Un espacio de estacionamiento electrificado para camiones también incluye áreas de estacionamiento dedicadas para camiones de trabajo pesado en las plazas de estacionamiento de viajeros, depósitos, lotes para embarques y consignaciones, instalaciones para depósitos y cruces de fronteras. No incluye áreas tales como banquetas en las rampas de las autopistas y vías de acceso, lugares para vehículos recreativos y de camping, áreas de estacionamiento comercial y residencial utilizadas para el estacionamiento de automotores ni otras áreas en las cuales se suministra alimentación de corriente alterna únicamente

con el fin de conectar cargas automotrices y otras cargas eléctricas livianas, tales como calefactores del bloque del motor, y en residencias privadas.

Medio de desconexión del espacio de estacionamiento. Equipo necesario, que consta generalmente de un interruptor automático o un interruptor y fusibles, y sus accesorios, ubicados cerca del punto de entrada de los conductores de alimentación en un espacio de estacionamiento de camiones electrificados, y proyectado para constituir el medio de corte de la alimentación para ese camión.

Pórtico aéreo. Estructura que consta de un armazón horizontal, sostenido por columnas verticales, que se extiende por encima de los espacios de estacionamiento electrificado para camiones, que sirve de soporte para equipos, artefactos, canalizaciones y otros componentes necesarios para prestar servicios eléctricos, de Internet, calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), comunicaciones y otros servicios para tales espacios.

Sistema de manejo del cable. Aparato diseñado para controlar y organizar las longitudes no utilizadas de cable o cordón en los espacios de estacionamiento electrificado para camiones.

Sistemas de alambrado en el espacio de estacionamiento electrificado para camiones. Todo el alambrado, equipo y aditamentos eléctricos relacionados con las instalaciones eléctricas dentro de un espacio de estacionamiento electrificado para camiones, incluyendo el equipo de alimentación de dicho espacio.

Unidad refrigerada de transporte (UTR). Remolque o contenedor con calefacción o refrigeración integradas, o ambas, utilizado con el fin de mantener el ambiente adecuado para las mercancías o productos sensibles a la temperatura.

626.3 Otros artículos. Siempre que exista discrepancia entre los requisitos de otros artículos de este Código y el Artículo 626, se deben aplicar los requisitos de este último. A menos que los sistemas de alambrado del espacio de estacionamiento electrificado para camiones esté soportado o dispuesto de tal manera que no se puede utilizar dentro ni por encima de los lugares clasificados en la secciones 511.3 ó 514.3 o en ambas, tales sistemas deben cumplir con las secciones 626.3 (A) y (B), además de los requisitos de este artículo.

(A) Instalaciones para almacenamiento y reparación de vehículos. Los sistemas de alambrado eléctrico del espacio de estacionamiento electrificado para camiones ubicados en instalaciones para la reparación o almacenamiento de vehículos autopropulsados que utilizan líquidos o gases inflamables volátiles como combustible o energía, deben cumplir con lo establecido en el Artículo 511.

(B) Estaciones dispensadoras de combustible para motores. Los sistemas de alambrado eléctrico en los espacios de estacionamiento electrificado para camiones, ubicados en estaciones dispensadoras de combustible para motores o que alimentan a tales estaciones, deben cumplir con lo establecido en el Artículo 514.

Nota: Para información adicional, véanse las publicaciones NFPA 88A-2007, Standard For Parking Structures y NFPA 30A-2008, Code for Fuel Dispensing Facilities and Repair Garages.

626.4 Requisitos generales.

(A) No tratados. Las disposiciones de este artículo no se deben aplicar a aquella parte de otros equipos en instalaciones residenciales, comerciales o industriales que requiera de energía eléctrica para los dispositivos utilizados con el fin de cargar y descargar equipos o mercancías, operar transportadores y para otros dispositivos utilizados en el sitio o en el camión.

(B) Tensiones en voltios del sistema de distribución. A menos que se especifiquen otras tensiones, se deben utilizar las tensiones nominales del sistema de corriente alterna de 120, 120/240, 208Y/120, 240 o 480Y/277 para la alimentación de los equipos tratados en este artículo.

(C) Conexión al sistema de alambrado. Las disposiciones de este artículo se deben aplicar al equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones proyectado para su conexión a un sistema de alambrado, como se define en la sección 626.4 (B).

II. Sistemas de alambrado eléctrico del espacio de estacionamiento electrificado para camiones

626.10 Circuitos ramales. Los circuitos ramales monofásicos del espacio de estacionamiento electrificado para camiones se deben derivar de un sistema trifásico, tetrafilar de 208Y/120 voltios, o de un sistema monofásico, trifilar de 120/240 voltios.

> *Excepción: Se permitirá que un sistema de distribución de 120 voltios alimente los espacios existentes de estacionamiento electrificado para camiones.*

626.11 Cálculos de la carga del alimentador y de la acometida.

(A) Carga del espacio de estacionamiento. La carga calculada de un alimentador o de una acometida no debe ser inferior a la suma de las cargas en los circuitos ramales. Los alimentadores y las acometidas eléctricas se deben calcular con base en no menos de 11 kVA para cada espacio de estacionamiento electrificado para camiones.

(B) Factores de demanda. Los factores de demanda del sistema de alambrado eléctrico del espacio para estacionamiento electrificado para camiones se deben basar en las zonas de temperatura climática en las cuales se instala el equipo. Los factores de demanda establecidos en la Tabla 626.11 (B) deben ser los factores de demanda mínimos permisibles para calcular la carga de los alimentadores y de la acometida. No se permitirá ningún factor de demanda para ninguna otra carga, excepto lo dispuesto en este artículo.

> **Nota**: El departamento de agricultura de Estados Unidos (USDA) ha desarrollado un mapa de uso común, "Plant Hardiness Zone", que está disponible para el público. Este mapa proporciona una guía para la determinación de la zona de temperatura climática. Los datos indican que los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) tienen la mayor demanda de energía en climas fríos, con la demanda de calefacción representando la carga más grande, la cual a su vez depende de la temperatura exterior. En climas muy cálidos, donde no es necesaria la carga para calefacción, la carga de refrigeración se incrementa a medida que aumenta la temperatura exterior.

Tabla 626.11 (B). Factores de demanda para alimentadores y acometidas

Zona de temperatura climática (USDA Hardiness Zone) Véase la nota	Factor de demanda (%)
1	70%
2a	67%
2b	62%
3a	59%
3b	57%
4a	55%
4b	51%
5a	47%
5b	43%
6a	39%
6b	34%
7a	29%
7b	24%
8a	21%
8b	20%
9a	20%
9b	20%
10a	21%
10b	23%
11	24%

Nota: Las zonas de temperatura climáticas que se muestran en la Tabla 626.11 (B) se correlacionan con aquellas que se encuentran en el "USDA Plant Hardiness Zone Map", y la zona de temperatura climática seleccionada para utilizar con la tabla se debe determinar a través del uso de este mapa con base en el lugar de instalación.

(C) Dos o más espacios de estacionamiento electrificado para camiones. Cuando el sistema de alambrado del espacio de estacionamiento electrificado para camiones está en un lugar que alimenta a dos o más de estos espacios, el equipo para cada espacio debe cumplir con lo indicado en la sección 626.11(A) y la carga calculada se debe determinar con base en cada uno de los espacios de estacionamiento.

(D) Valor nominal del conductor. Los conductores del circuito ramal del espacio para camiones deben tener una ampacidad no inferior a las cargas alimentadas.

III. Equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones

626.22 Métodos de alambrado y materiales.

(A) Tipo del equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones. El equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones se debe proporcionar en una de las siguientes formas:

(1) Pedestal
(2) Pórtico aéreo
(3) Bloque elevado de concreto

(B) Altura de montaje. El equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones de los tipos de poste, de pedestal y de bloque elevado de concreto no debe estar a menos de 600 mm (2 pies) por encima del suelo o del punto identificado como la marca del nivel de agua más alta predominante, o una marca de referencia equivalente basada en inundaciones debidas a tormentas o a las estaciones, indicada por la autoridad con jurisdicción.

(C) Acceso y espacio de trabajo. Todo equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones debe ser accesible por medio de una entrada o un pasadizo libres de obstáculos de no menos de 600 mm (2 pies) de ancho y no más de 2.0 m (6 pies 6 pulgadas) de altura.

(D) Medios de desconexión. Se debe suministrar un interruptor automático o un seccionador que desconecte uno o más sitios del equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones desde una ubicación remota. El medio de desconexión se debe suministrar e instalar en un lugar fácilmente accesible y debe poderse bloquear en la posición de abiertos. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o al interruptor automático como el medio exigido que se debe instalar en y permanecer con el equipo.

626.23 Pórtico aéreo o sistema de manejo del cable.

(A) Manejo del cable. El equipo del espacio de estacionamiento electrificado para camiones suministrado bien sea desde un pórtico aéreo o desde sistemas de manejo del cable, debe utilizar un cable de alimentación permanentemente unido al equipo de alimentación de dicho espacio. Se permitirán otros tipos de cable y ensambles listados como adecuados para dicho propósito, incluyendo cables para comunicaciones híbridas, señales y cables de fibra óptica.

(B) Alivio de la tensión mecánica. Se debe suministrar medios para evitar que la tensión mecánica se transmita a los terminales del alambrado. El cable o cables de alimentación unidos permanentemente deben tener medios para desenergizar los conductores del cable y el dispositivo de suministro de energía durante la exposición a una tensión mecánica que podría resultar en el daño del cable o su separación del dispositivo de suministro de energía y la posterior exposición de las partes vivas.

626.24 Medios de conexión del equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones.

(A) Generalidades. Cada camión debe estar alimentado desde un equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones a través de cables o cordones para servicio extrapesado adecuados. Cada conexión al equipo se debe hacer mediante un solo ensamble separable de cables de alimentación.

(B) Receptáculo. Todos los receptáculos deben ser listados y del tipo puesta a tierra. Cada espacio de estacionamiento de camiones con alimentación eléctrica debe estar equipado con los elementos que se indican en (B) (1) y (B) (2).

(1) Dos receptáculos sencillos, cada uno del tipo puesta a tierra, bipolares, trifilares, con valor nominal de 20 amperios, 125 voltios y conectado a un circuito ramal individual.

> **NOTA**: Con respecto a las configuraciones de los receptáculos del tipo sin bloqueo y con puesta a tierra de 20 amperios, véase la publicación ANSI/NEMA WD6-2002, Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacles, Figura 5-20.

(2) Un receptáculo sencillo de 3 polos, tetrafilar del tipo puesta a tierra, monofásico, con valor nominal de 30 amperios, 208Y/120 voltios o 125/250 voltios. Se permitirá usar el receptáculo de 125/250 voltios en un circuito monofásicos de 208Y/120 voltios.

> **NOTA**: Con respecto a las diversas configuraciones de los receptáculos de 30 amperios del pin y manguito, véase la publicación ANSI/UL 1686, Standard for Pin and Sleeve Configurations, Figura C2.9 o Parte C3.

> *Excepción: Cuando el equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones suministre las funciones de aire acondicionado y climatización, sin que sea necesaria una conexión eléctrica directa en el camión, sólo se exigirán los dos receptáculos identificados en la sección 626.24 (B) (1).*

(C) Medios de desconexión del espacio de estacionamiento. El equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones debe tener un interruptor o un interruptor automático para la desconexión de la alimentación para dicho espacio de estacionamiento. El medio de desconexión se debe suministrar e instalar en un lugar fácilmente accesible y debe poderse bloquear en la posición de abierto. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o al interruptor automático como el medio exigido que se debe instalar en y permanecer con el equipo.

(D) Protección del personal con un interruptor de circuito contra fallas a tierra. El equipo del espacio de estacionamiento electrificado para camiones debe estar diseñado y construido de manera tal que todas las salidas de receptáculos de la sección 626.24 se proporcionen con protección para el personal con un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

626.25 Ensamble separable de cable de alimentación. El ensamble separable de cable de alimentación, que consta de un cordón de alimentación, un conector de cordón y una clavija de conexión proyectado para la conexión con una entrada superficial bridada del camión, debe ser de un tipo listado. El ensamble o ensambles de cable de alimentación deben estar identificados y ser de uno de los tipos y de los valores nominales que se especifican en las secciones 626.25 (A) y (B). No se deben utilizar cordones con adaptadores y extremos en espiral, cordones de extensión ni elementos similares.

(A) Valor(es) nominal(es).

(1) Ensamble de cable de alimentación de 20 amperios. El equipo con un receptáculo de 20 amperios, 125 voltios, de acuerdo con la sección 626.24 (B) (1), debe utilizar un ensamble listado de cable de alimentación de 20 amperios.

> *Excepción: Se permitirá utilizar un ensamble separable listado de cable de alimentación, bien sea de trabajo pesado o de trabajo extrapesado y con valor nominal de 15 amperios, 125 voltios para la conexión a un calefactor de bloque del motor para los vehículos existentes.*

(2) Ensamble de cable de alimentación de 30 amperios. El equipo con un receptáculo de 30 amperios, 208Y/120 voltios o 125/250 voltios, de acuerdo con la sección 626.24 (B) (2), debe utilizar un ensamble listado de cable de alimentación de 30 amperios.

(B) Cordón de alimentación.

(1) Conductores. El cordón debe ser de un tipo listado con tres o cuatro conductores para conexión monofásica, uno de los conductores debe estar identificado de acuerdo con la sección 400.23.

> *Excepción: Se permitirá utilizar un ensamble separable listado de cable de alimentación con tres conductores, uno de tales conductores debe estar identificado de acuerdo con la sección 400.23 y tener valor nominal de 15 amperios, 125 voltios, para la conexión a un calefactor de bloque del motor para los vehículos existentes.*

(2) Cordón. Se permitirán cordones y cables flexibles para uso extrapesado, con temperatura nominal mínima de 90° C (194° F), 600 voltios; listados tanto para lugares mojados como para resistencia a la luz solar y que tengan una chaqueta externa con valor nominal para resistencia a temperaturas extremas, aceite, gasolina, ozono, abrasión, ácidos y sustancias químicas, cuando es necesaria la flexibilidad entre el equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones, el panel de distribución y la entrada superficial bridada en el camión.

> *Excepción: Se permitirá que los cordones para el ensamble separable del cable de alimentación para conexiones de 15 y 20 amperios sean del tipo para uso pesado.*

(3) Longitud total del cordón. La longitud expuesta del cordón se debe medir desde la superficie de la clavija de conexión hasta el punto de entrada al camión o la superficie de la entrada superficial bridada, o hasta el punto donde el cordón entra en el camión. La longitud total del cable no debe exceder los 7.5 m (25 pies), a menos que tenga un sistema de manejo del cable que este listado como adecuado para dicho propósito.

(4) Clavija de conexión. La clavija o clavijas de conexión deben ser listadas, por sí solas o como parte de un ensamble de cordón, para dicho propósito y deben ser moldeados o instalados en el cordón flexible de manera que quede asegurada firmemente al cordón en el punto en el que éste entra a la clavija de conexión. Si se utiliza una clavija en ángulo recto, la configuración se debe orientar de forma tal que el elemento de puesta a tierra esté lo más lejos posible del cordón. Cuando se suministra un cordón flexible, la clavija de conexión debe cumplir con lo indicado en la sección 250.138 (A).

(a) Conexión a un receptáculo de 20 amperios. El ensamble separable de cable de alimentación para la conexión a la entrada superficial bridada del camión, con valor nominal de 20 amperios, debe tener una clavija de conexión del tipo sin bloqueo que debe ser bipolar, trifilar, con polo a tierra y con valor nominal de 20 amperios, 125 voltios y que éste proyectada para su uso con el receptáculo de 20 amperios, 125 voltios.

Excepción: Un ensamble separable de cable de alimentación, con un valor nominal de 15 amperios, suministrado para la conexión de un calefactor de bloque del motor únicamente, debe tener una clavija de conexión que debe ser bipolar, trifilar, con polo a tierra y con valor nominal de 15 amperios, 125 voltios.

NOTA: Con respecto a las configuraciones de los receptáculos del tipo sin bloqueo y puesta a tierra de 20 amperios, véase la publicación ANSI/NEMA WD6-2002, Standard for Dimensions of Attachment Plugs and Receptacles, Figura 5-15 ó 5-20.

(b) Conexión a un receptáculo de 30 amperios. El ensamble separable de cable de alimentación para la conexión a la entrada superficial bridada de un camión, con valor nominal de 30 amperios, debe tener una clavija de conexión de 3 polos, tetrafilar, como polo a tierra y con valor nominal de 30 amperios, 208Y/120 voltios o 125/250 voltios, y proyectada para su uso con el receptáculo de acuerdo con la sección 626.24 (B) (2). Se permitirá utilizar una clavija de conexión de 125/250 voltios en un circuito monofásico de 208Y/120 voltios.

NOTA: Con respecto a las diversas configuraciones de los receptáculos de 30 amperios de pin y manguito, véase la publicación ANSI/UL 1686, Standard for Pin and Sleeve Configurations, Figura C2.10 o Parte C3.

(5) Conector del cordón. El conector del cordón para un ensamble separable de cable de alimentación, como el que se especifica en la sección 626.25 (A) (1), debe ser bipolar, trifilar, con polo a tierra y con valor nominal de 20 amperios, 125 voltios. El conector del cordón para un ensamble separable de cable de alimentación, como el que se especifica en la sección 626.25(A)(2), debe ser de 3 polos, tetrafilar, con polo a tierra y con valor nominal de 30 amperios, 208Y/120 voltios o 125/250 voltios. Se permitirá utilizar el conector del cordón de 125/250 voltios en un circuito monofásico de 208Y/120 voltios.

Excepción: El cordón del conector para un ensamble separable de cable de alimentación, con valor nominal de 15 amperios, suministrado para la conexión de un calefactor de bloque del motor para los vehículos existentes, debe tener una clavija de conexión que sea bipolar, trifilar, con polo a tierra y con valor nominal de 15 amperios, 125 voltios.

NOTA: Con respecto a las diversas configuraciones de los conectores del cordón de 30 amperios, véase la publicación ANSI/UL 1686, Standard for Pin and Sleeve Configurations, Figura C2.9 o Parte C3.

626.26 Pérdida de la fuente primaria. Se debe instalar un medio que prevenga que, cuando haya pérdida de tensión desde la red pública de energía u otro sistema o sistemas eléctricos, la energía eléctrica no pueda retroalimentarse a través del camión y el equipo de alimentación del camión hasta el sistema de alambrado del espacio estacionamiento electrificado para camiones, a menos que lo permita la sección 626.27.

626.27 Sistemas interactivos. El equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones y otras partes de un sistema, estén dentro o fuera del vehículo, que estén proyectadas e identificadas para estar interconectadas a un vehículo y también servir como un sistema de reserva opcional, o una fuente de generación de energía eléctrica, o proporcionar una alimentación bidireccional de potencia, debe estar listado como adecuado para dicho propósito. Cuando se utiliza como sistema de reserva opcional, se deben aplicar los requisitos del artículo 702, y cuando se utiliza como una fuente de generación de energía eléctrica, se deben aplicar los requisitos del artículo 705.

IV. Unidades refrigeradas de transporte (UTR)

626.30 Unidades refrigeradas de transporte. Los espacios de estacionamiento electrificado para camiones proyectados para alimentar unidades refrigeradas de transporte deben incluir un circuito ramal individual y un receptáculo para el funcionamiento de las unidades de refrigeración/calefacción. El receptáculo asociado a una unidad refrigerada de transporte se debe suministrar además de los receptáculos que se exigen en la sección 626.24 (B).

(A) Circuitos ramales. Los espacios para las unidades refrigeradas de transporte deben estar alimentados desde circuitos ramales de 208 voltios, trifásicos o de 480 voltios, trifásicos y con un conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con la sección 250.118.

(B) Equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones. El equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones, o una parte de él, que suministra energía eléctrica para el funcionamiento de las unidades refrigeradas de transporte, debe ser independiente de las cargas que se indican en la Parte III del Artículo 626.

626.31 Medios de desconexión y receptáculos.

(A) Medios de desconexión. Se deben suministrar medios de desconexión para separar físicamente cada unidad refrigerada de su conexión de alimentación. El medio de desconexión se debe suministrar e instalar en un lugar fácilmente accesible y debe poder bloquearse en la posición de abierto. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o interruptor automático como el medio exigido para instalarse en y permanecer con el equipo.

(B) Ubicación. El medio de desconexión debe ser fácilmente accesible, estar ubicado a no más de 750 mm (30 pulgadas) del receptáculo que controla, y conectado en el circuito de alimentación antes del receptáculo. Se permitirán como los medios de desconexión los interruptores o interruptores automáticos ubicados en las salidas de fuerza que cumplan con lo indicado en esta sección.

(C) Receptáculos. Todos los receptáculos deben ser listados y con puesta a tierra. Todo espacio de estacionamiento electrificado para camiones, proyectado para suministrar alimentación eléctrica para unidades refrigeradas de transporte debe estar equipado con uno de los siguientes receptáculos, o

ambos:

(1) Un receptáculo de 30 amperios, 480 voltios, trifásico, tripolar, tetrafilar.

(2) Un receptáculo de 60 amperios, 208 voltios, trifásico, tripolar, tetrafilar.

NOTA: Con respecto a los detalles completos de la configuración del receptáculo de 30 amperios de pin y manguito para contenedores refrigerados (unidades refrigeradas de transporte), véase la publicación ANSI/UL 1686, Standard for Pin and Sleeve Configurations, Figura C2.11. Para las diversas configuraciones del receptáculo de 60 amperios de pin y manguito, véase la publicación ANSI/ UL 1686.

626.32 Ensamble separable de cable de alimentación. El ensamble separable de cable de alimentación, que consta de un cordón con clavija de conexión y un conector de cordón, debe ser de uno de los tipos y de los valores nominales que se especifican en las secciones 626.32 (A), (B) y (C). No se deben utilizar cordones con adaptadores y extremos en espiral, cordones de extensión ni elementos similares.

(A) Valor(es) nominal(es). El ensamble de cable de alimentación debe ser listado y tener un valor nominal de acuerdo con los numerales (1) o (2).

(1) 30 amperios, 480 voltios, trifásico.

(2) 60 amperios, 208 voltios, trifásico.

(B) Ensambles de cordón. El cordón debe ser de un tipo listado, con cuatro conductores, para conexión trifásica, uno de los cuales debe estar identificado de acuerdo con la sección 400.23 para su uso como conductor de puesta a tierra de equipos. Cuando se necesita flexibilidad entre el equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones, y la entrada o entradas en la unidad refrigerada de transporte, se permitirán cables para uso extrapesado, con temperatura nominal mínima de 90° C (194° F), 600 voltios; listados tanto para lugares mojados como para resistencia a la luz solar y que tengan una chaqueta externa con valor nominal para resistencia a temperaturas extremas, aceite, gasolina, ozono, abrasión, ácidos y sustancias químicas.

(C) Clavija(s) de conexión y conector(es) de cordón. Cuando un cordón flexible se suministra con una clavija de conexión y un conector de cordón, estos elementos deben cumplir con la sección 250.138(A). La(s) clavija(s) de conexión y el(los) conector(es) de cordón deben ser listados, por sí mismos o como parte del ensamble de cable de alimentación, para tal propósito y debe ser moldeado o instalado en el cordón flexible de manera que quede asegurado firmemente al cordón en el punto en el que éste entra en la clavija de conexión o al conector de cordón. Si se utiliza una clavija en ángulo recto, la configuración se debe orientar de forma que el elemento de puesta a tierra esté lo más lejos posible del cordón. La clavija de conexión y el conector del cordón para la conexión de un camión o un remolque deben tener un valor nominal de acuerdo con los numerales (1) o (2) a continuación:

(1) 30 amperios, 480 voltios, trifásico, tripolar, tetrafilar y proyectados para utilizar con receptáculos y entradas de 30 amperios, 480 voltios, trifásicas, tripolares, tetrafilares respectivamente, o

(2) 60 amperios, 208 voltios, trifásico, tripolar, tetrafilar y proyectados para utilizar con receptáculos y entradas de 60 amperios, 208 voltios, trifásicas, tripolar es, tetrafilares respectivamente.

NOTA: Con respecto a los detalles completos de la configuración del receptáculo de 30 amperios de pin y manguito para contenedores refrigerados (unidades refrigeradas de transporte), véase la publicación ANSI/UL 1686, Standard for Pin and Sleeve Configurations, Figuras C2.12 y C2.11. Para las diversas configuraciones del receptáculo de 60 amperios de pin y manguito, véase la publicación ANSI/UL 1686.

ARTÍCULO 630
Soldadores eléctricos

I. Generalidades

630.1 Alcance. Este artículo trata de los aparatos de soldadura por arco eléctrico, de soldadura por resistencia, de corte con plasma y otros equipos similares para procesos de soldadura y corte, conectados a un sistema eléctrico de alimentación.

II. Soldadores de arco

630.11 Ampacidad de los conductores de alimentación. La ampacidad de los conductores de los soldadores de arco debe cumplir con las secciones 630.11 (A) y (B).

(A) Soldadores individuales. La ampacidad de los conductores de alimentación no debe ser menor al valor I_{1eff} de la placa de características. De manera alternativa, si no se da el I_{1eff} la ampacidad de los conductores de alimentación no debe ser menor al valor de corriente determinado al multiplicar la corriente nominal del primario en amperios, dada en la placa de características del soldador, por el factor que se indica en la Tabla 630.11(A), basado en el régimen de trabajo del soldador.

Tabla 630.11 (A) Factores de multiplicación para el régimen de trabajo para soldadores de arco

Multiplicador para soldadores de arco		
Régimen de trabajo	No motogeneradores	Motogeneradores
100	1.00	1.00
90	0.95	0.96
80	0.89	0.91
70	0.84	0.86
60	0.78	0.81
50	0.71	0.75
40	0.63	0.69
30	0.55	0.62
20 ó menos	0.45	0.55

(B) Grupos de soldadores. La ampacidad mínima de corriente de los conductores se debe basar en las corrientes individuales determinadas en las sección 630.11 (A), como la suma del 100 por ciento de los dos soldadores más grandes, más el 85 por ciento del tercer soldador más grande, más el 70 por ciento del cuarto soldador más grande, más el 60 por ciento de los soldadores restantes.

Excepción: Se permitirán porcentajes menores a los indicados en la sección 630.11 (B) en los casos en que el trabajo sea tal que un régimen de trabajo de alto funcionamiento para los soldadores individuales, sea imposible.

NOTA. El régimen de trabajo considera la aplicación de la carga de los soldadores con base en el uso que se va a hacer de cada soldador, y de la cantidad de soldadores que estarán en uso simultáneamente y que son alimentados por los

mismos conductores. El valor de la carga utilizado para cada soldador considera tanto la magnitud como la duración de la carga mientras el soldador está en uso.

630.12 Protección contra sobrecorriente. Se debe proporcionar protección contra sobrecorriente para los soldadores de arco de acuerdo con las secciones 630.12 (A) y (B). Cuando los valores determinados en esta sección no corresponden con el valor de corriente nominal normalizado que se da en la sección 240.6, o cuando los valores nominales o de ajuste especificados conduzcan a la apertura innecesaria del dispositivo de protección contra sobrecorriente, se permitirá tomar el valor nominal o de ajuste inmediatamente superior.

(A) Para los soldadores. Cada soldador debe tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor nominal o ajuste de disparo no mayor al 200 por ciento de I_{lmax}. De manera alternativa, si no se proporciona el valor de I_{lmax}, la protección contra sobrecorriente debe tener un valor de corriente nominal o ajuste de disparo no mayor al 200 por ciento de la corriente nominal del primario del soldador.

No se exigirá un dispositivo de protección contra sobrecorriente en los soldadores cuyos conductores de alimentación estén protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente de corriente nominal o ajuste de disparo no mayor al 200 por ciento de I_{lmax} o de la corriente nominal del primario del soldador.

Si los conductores de alimentación para un soldador están protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente de corriente nominal o ajuste de disparo no mayor al 200 por ciento de I_{lmax} o de la corriente nominal del primario del soldador, no se exigirá un dispositivo separado de protección contra la sobrecorriente.

(B) Para los conductores. Los conductores que alimenten uno o más soldadores deben estar protegidos por dispositivo contra sobrecorriente con un valor nominal o ajuste de disparo no mayor al 200 por ciento de la ampacidad del conductor.

NOTA: I_{lmax} es el valor máximo de la corriente nominal de alimentación a salida nominal máxima. I_{leff} es el valor máximo de la corriente eficaz de alimentación, calculado a partir de la corriente nominal de alimentación (I_l), el régimen de trabajo correspondiente (factor de trabajo) (X) y la corriente de alimentación sin carga (I_0) mediante la siguiente fórmula:

$$I_{leff} = \sqrt{I_{12} X + I_{02} (1 - X)}$$

630.13 Medio de desconexión. Se debe instalar un medio de desconexión en el circuito de alimentación de cada soldador de arco que no esté equipado con un disyuntor que forme parte integral del soldador.
Este medio de desconexión debe ser un interruptor o interruptor automático, y su valor nominal no debe ser menor a la necesaria para ofrecer una protección contra sobrecorriente según lo que establece la sección 630.12.

630.14 Marcado. Los soldadores de arco deben tener una placa de características en la que se dé la siguiente información:

(1) Nombre del fabricante

(2) Frecuencia

(3) Número de fases

(4) Tensión del primario

(5) I_{1max} e I_{leff}, o corriente nominal del primario. (6) Tensión máxima en circuito abierto

(7) Corriente nominal del secundario y

(8) Base de las condiciones nominales, tal como el régimen de trabajo.

630.15 Puesta a tierra del circuito del secundario del soldador. Los conductores del circuito del secundario de un soldador de arco, que consten del conductor de electrodo y del conductor de trabajo, no se deben considerar como un alambrado del inmueble para los fines de la aplicación del Artículo 250.

NOTA: La conexión de los circuitos del secundario del soldador a objetos puestos a tierra puede crear trayectorias paralelas y producir corrientes objetables en los conductores de puesta a tierra de equipos.

III. Soldadores por resistencia

630.31 Ampacidad de los conductores de alimentación. La ampacidad de los conductores de alimentación para los soldadores por resistencia, necesaria para limitar la caída de tensión a un valor permisible para el desempeño satisfactorio del soldador, suele ser mayor que la necesaria para evitar el sobrecalentamiento, como se indica en las secciones 630.31 (A) y (B).

(A) Soldadores individuales. La ampacidad nominal de los conductores para soldadores individuales debe cumplir con las siguientes condiciones:

(1) La ampacidad de los conductores de alimentación de un soldador que puede funcionar en distintos momentos a distintos valores de corriente del primario o regímenes de trabajo no debe ser menor al 70 por ciento de la corriente nominal del primario para los soldadores de costura y alimentados automáticamente, y al 50 por ciento de la corriente nominal del primario para los soldadores accionados manualmente y no automáticos.

(2) La ampacidad de los conductores de alimentación de un soldador alambrado para una operación específica de la cual se conocen la corriente real del primario y el régimen de trabajo, y que además permanecen constantes, no debe ser menor al producto de la corriente real del primario por el multiplicador que se especifica en la Tabla 630.31 (A) (2) para el régimen de trabajo al cual funcionará el soldador:

Tabla 630.31 (A) (2) factores de multiplicación del régimen de trabajo para soldadores por resistencia

Multiplicador	Régimen de trabajo (%)
50	0.71
40	0.63
30	0.55
25	0.50
20	0.45
15	0.39
10	0.32
7.5	0.27
5 ó menos	0.22

(B) Grupos de soldadores. La ampacidad de los conductores que alimentan dos o más soldadores no debe ser menor a la suma del valor calculado según la sección 630.31 (A) para el soldador alimentado más grande, más el 60 por ciento de los valores obtenidos para todos los demás soldadores alimentados.

NOTA: Explicación de los términos.

(1) La corriente nominal del primario es la potencia nominal en kilovoltamperios (kVA) multiplicada por 1000 y dividida por la tensión nominal del primario, tomando ambos valores de la placa de características.

(2) La corriente real del primario es la corriente que fluye desde el circuito de alimentación durante cada operación del soldador con una derivación de ajuste de calor en particular y en el ajuste de control utilizado.

(3) El régimen de trabajo es el porcentaje del tiempo durante el cual el soldador está cargado. Por ejemplo, un soldador de punto alimentado desde un sistema de 60 Hz (216,000 ciclos por hora) que haga 400 soldaduras de 15 ciclos por hora, tendrá un régimen de trabajo del 2.8 por ciento (400 multiplicado por 15, dividido por 216,000 y multiplicado por 100). Un soldador de costura que funciona dos ciclos soldando y otros dos sin soldar tendría un ciclo de trabajo del 50 por ciento.

630.32 Protección contra sobrecorriente. Los soldadores por resistencia deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con las secciones 630.32 (A) y (B). Cuando los valores determinados según esta sección no corresponden con el valor nominal de corriente normalizada especificada en la sección 240.6 o cuando los valores nominales o de ajuste de disparo produzcan la apertura innecesaria del dispositivo de protección, se permitirá seleccionar un valor nominal o de ajuste más alto, que no supere la corriente nominal normalizada inmediatamente superior.

(A) Para los soldadores. Cada soldador debe tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor nominal o de ajuste de disparo no mayor al 300 por ciento de la corriente nominal del primario

del soldador. No se exigirá un dispositivo independiente de protección contra sobrecorriente para los soldadores cuyos conductores de alimentación estén protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente de valor nominal o de ajuste de disparo no mayor al 200 por ciento de la corriente nominal del primario del soldador.

(B) Para los conductores. Los conductores que alimenten uno o más soldadores deben estar protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente de valor nominal o de ajuste de disparo no mayor al 300 por ciento de la corriente nominal del conductor.

630.33 Medio de desconexión. Se debe proporcionar un interruptor o interruptor automático que permita desconectar el soldador por resistencia y su equipo de control del circuito de alimentación. La capacidad nominal de corriente de ese medio de desconexión no debe ser menor que la de los conductores de alimentación, determinada según la sección 630.31. Cuando un circuito alimenta un sólo soldador, se permitirá que el interruptor del circuito de alimentación sea el medio de desconexión del soldador.

630.34 Marcado. Los soldadores por resistencia deben tener una placa de características en la que se dé la siguiente información:

(1) Nombre del fabricante

(2) Frecuencia

(3) Tensión del primario

(4) Kilovoltamperios (kVA) nominales para un régimen de trabajo del 50 por ciento

(5) Tensión máxima y mínima del secundario en circuito abierto,

(6) Corriente de cortocircuito del secundario a la tensión máxima del secundario

(7) Garganta y ajuste de la separación de los electrodos, especificados

IV. Cable de soldar

630.41 Conductores. El aislamiento de los conductores que se vayan a utilizar en el circuito secundario de los soldadores eléctricos debe ser retardante de la llama.

630.42 Instalación. Se permitirá instalar los cables en una bandeja portacables dedicada, tal como se establece en las secciones 630.42 (A), (B) y (C).

(A) Soporte de los cables. La bandeja portacables debe ofrecer soporte a intervalos no mayores a 150 mm (6 pulgadas).

(B) Propagación del fuego y de los productos de la combustión. La instalación debe cumplir lo establecido en la sección 300.21.

(C) Anuncios. La bandeja portacables debe tener anuncios instalados permanentemente a intervalos no superiores a 6.0 m (20 pies), con la siguiente inscripción:

"BANDEJA PORTACABLES SÓLO PARA CABLES DE SOLDAR"

ARTÍCULO 640
Equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio

I. Generalidades

640.1 Alcance. Este artículo trata de los equipos y alambrado para la generación, grabación, procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio, distribución de sonido, voceo público, sistemas de reconocimiento del habla, instalaciones temporales de sistemas de audio y órganos electrónicos u otros instrumentos musicales electrónicos. También se incluyen los sistemas de audio sujetos al Artículo 517, Parte VI y los Artículos 518, 520, 525 y 530.

> **NOTA** No. 1: Entre los ejemplos de ubicaciones de sistemas de audio distribuido, instalados permanentemente se encuentran pero no se limitan a los restaurantes, hoteles, oficinas de negocios, centros comerciales y almacenes, iglesias y escuelas. Hacen parte de las ubicaciones de equipo instalado tanto permanente como portátil, pero no se limitan a las residencias, auditorios, teatros, estadios y estudios de cine y televisión. Entre las instalaciones temporales se hallan pero no se limitan a los auditorios, teatros, estadios (los cuales emplean sistemas instalados tanto en forma temporal como permanente) y los eventos al aire libre tales como ferias, festivales, circos, eventos públicos y conciertos.
>
> **NOTA** No. 2: Este artículo de forma específica excluye los dispositivos de señalización de alarma antirrobo y contra incendio.

640.2 Definiciones. Para los propósitos de este Artículo, se aplican las siguientes definiciones:

Altavoz. Equipo que convierte una señal eléctrica de c.a. en una señal acústica. El término parlante se emplea comúnmente para significar altavoz.

Altavoz potenciado. Equipo que consta de un altavoz y un amplificador dentro del mismo gabinete. También se puede incluir otro procesamiento de señal.

Amplificador o preamplificador de audio. Equipo electrónico que incrementa la corriente o la tensión, o ambas, potencial de una señal de audio con el fin de ser usado por otra parte del equipo de audio. Amplificador es el término empleado para denotar un amplificador de audio dentro de este artículo.

Autotransformador de audio. Transformador con un solo bobinado y derivaciones múltiples para emplearse con una señal de salida de altavoz amplificador.

Bastidor del equipo. Armazón para el soporte o el gabinete, o ambos, del equipo. Puede ser portátil o estacionario. Véase ANSI//EIA/310-D-1992, Cabinets, Racks, Panels and Associated Equipment.

Cable abandonado de distribución de audio. Cable instalado de distribución de audio que no termina en un equipo y no está identificado para su uso futuro con una etiqueta.

Equipo de procesamiento de señales de audio. Equipo operado eléctricamente que produce o procesa, o ambos, señales electrónicas que, cuando se amplifican y reproducen de forma adecuada mediante un altavoz, producen una señal acústica dentro del rango de la audición humana normal (por lo general

20-20 kHz). Dentro de este artículo, se asume que los términos equipo y equipo de audio son equivalentes a equipo de procesamiento de señales de audio.

> **NOTA**: Este equipo incluye, pero no se limitan a entre otros, altavoces, audífonos, preamplificadores, micrófonos, y sus fuentes de alimentación; mezcladores, equipo MIDI de interfaz digital de instrumentos musicales, *(musical instrument digital interface)* u otros sistemas digitales de control, ecualizadores, compresores y otros equipos de procesamiento de señales de audio; grabación de medios auditivos y equipo de reproducción incluyendo tornamesas, pasacintas y tocadiscos (en audio y multimedia), sintetizadores, generadores de tonos y órganos electrónicos. Los órganos y los sintetizadores electrónicos pueden tener amplificación y altavoces integrales o separados. Con excepción de las salidas del amplificador, prácticamente todo este equipo se emplea para procesar señales (empleando técnicas análogas o digitales) que tengan niveles inofensivos de tensión o corriente.

Equipo portátil. Equipo alimentado con cordones o cables portátiles, y proyectado con el propósito de moverlo de un lugar a otro.

Equipo temporal. Alambrado y equipo portátiles proyectados para emplearse en eventos de naturaleza transitoria o temporal donde se presume que todo el equipo se va a retirar al concluir el evento.

Impedancia de carga nominal. Impedancia del altavoz marcada o establecida por el fabricante del amplificador, en la que un amplificador entregará su potencia nominal de salida. Las impedancias nominales típicas son 2Ω, 4Ω y 8Ω.

Mezclador. Equipo empleado para combinar e igualar el nivel de una multiplicidad de señales electrónicas, tales como las provenientes de los micrófonos, instrumentos electrónicos y grabadoras de audio.

Mezclador-Amplificador. Equipo que combina las funciones de un mezclador con las de un amplificador dentro de un solo gabinete.

Potencia máxima de salida. La potencia máxima de salida entregada por un amplificador a su carga nominal según se determina bajo condiciones de prueba especificadas. Esta puede sobrepasar la potencia nominal de salida del fabricante para el mismo amplificador.

Potencia nominal de salida. Capacidad de potencia de salida marcada o establecida por el fabricante del amplificador, hacia su carga nominal.

Sistema de audio. Dentro de este artículo, es la totalidad del equipo y alambrado de interconexión empleado para fabricar un sistema completamente funcional de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio.

Sistema técnico de potencia. Sistema eléctrico de distribución con puesta a tierra de acuerdo con la sección 250.146 (D), cuando el conductor de puesta a tierra de equipos se separa del conductor puesto a tierra de los inmuebles, excepto en un solo punto de terminación puesto a tierra dentro de un panel de distribución del circuito ramal, en el panel de distribución de origen del circuito ramal (interruptor automático principal), o en

el electrodo de puesta a tierra del inmueble.

Tensión nominal de salida. Para amplificadores de audio del tipo de tensión constante, es la tensión nominal de salida cuando el amplificador está entregando su potencia nominal plena. La tensión nominal de salida se emplea para determinar la salida acústica aproximada en sistemas de parlantes distribuidos que por lo general emplean transformadores de igualación de impedancia. Las tensiones nominales típicas son 25 voltios, 70.7 voltios y 100 voltios.

Transformador de Audio. Transformador con dos o más bobinados separados eléctricamente y múltiples derivaciones, proyectado para emplearse con una señal de salida de un altavoz amplificador.

640.3 Ubicaciones y otros artículos. Los circuitos y el equipo deben cumplir con las secciones 640.3 (A) hasta (L), según corresponda.

(A) Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Se debe aplicar la sección 300.21.

(B) Ductos, cámaras de distribución de aire y otros espacios para manejo de aire. Véase la sección 300.22, Para los circuitos y equipos instalados en ductos o cámaras de distribución de aire u otros espacios empleados para aire ambiental.

> **NOTA**: La norma NFPA 90A-2002, Standard for the Installation of Air Conditioning and Ventilation Systems, sección 4.3.10.2.6.5, permite la instalación de altavoces, ensambles de altavoces y sus accesorios listados de acuerdo con UL 20431996, Fire Test for Heat and Visible Smoke Release for Discrete Products and their Accessories Installed in Air-Handling Spaces, en otros espacios empleados para aire ambiental (cámaras de distribución de aire en la cavidad de los cielos rasos).

(C) Bandejas portacables. Las bandejas portacables deben emplearse de acuerdo con el Artículo 392.

> **NOTA**: Con respecto al uso de cable Clase 2, Clase 3 y del tipo PLTC en bandejas portacables, véase la sección 725.154 (C).

(D) Lugares (clasificados como) peligrosos. El equipo empleado en lugares (clasificados como) peligrosos debe cumplir con los requisitos aplicables del Capítulo 5.

(E) Sitios de reunión. El equipo empleado en sitios de reunión debe cumplir con las disposiciones del Artículo 518.

(F) Teatros, áreas para el público en estudios de cine y televisión y lugares similares. El Equipo empleado en teatros, áreas para el público en estudios de cine y televisión y los lugares similares deben cumplir con las disposiciones del Artículo 520.

(G) Carnavales, circos, ferias y eventos similares. El equipo empleado en carnavales, circos, ferias y eventos similares debe cumplir con las disposiciones del Artículo 525.

(H) Estudios de cine y televisión. El equipo empleado en estudios de cine y televisión debe cumplir con las disposiciones del Artículo 530.

(I) Piscinas, fuentes y lugares similares. El equipo de audio empleado en las piscinas, fuentes y ubicaciones similares, o cerca de tales lugares, debe cumplir con las disposiciones del Artículo 680.

(J) Sistemas combinados. Cuando las autoridades con jurisdicción permitan la combinación de sistemas de audio para llamado por altavoces o música, o ambos, con sistemas de alarma contra incendios, el alambrado deberá cumplir con las disposiciones del Artículo 760.

> **NOTA**: En cuanto a los requisitos de instalación de tales sistemas combinados véanse los códigos National Fire Alarma Code®, NFPA® 72-2007 y el Life Safety Code®, NFPA 101®-2006.

(K) Antenas. El equipo empleado en sistemas de audio que contenga un sintonizador de audio o video y una entrada de antena debe cumplir con las disposiciones del Artículo 810. El alambrado diferente al de la antena que conecta dicho equipo a otro equipo de audio debe cumplir con las disposiciones de este artículo.

(L) Generadores. Los generadores se deben instalar de acuerdo con las secciones 445.10 hasta 445.12, 445.14 hasta 445.16 y 445.18. La puesta a tierra de los generadores portátiles y montados en vehículos se debe hacer de acuerdo con la sección 250.34.

640.4 Protección del equipo eléctrico. Los amplificadores, altavoces y otros equipos deben ubicarse o resguardarse de modo que se protejan contra la exposición ambiental o los daños físicos que pudieran causar un incendio, choque o riesgo personal.

640.5 Acceso a equipo eléctrico detrás de los paneles diseñados para permitir dicho acceso. No se debe impedir el acceso al equipo, mediante una acumulación de alambres y cables que prevengan la remoción de los paneles, incluso los del cielo raso suspendido.

640.6 Ejecución mecánica del trabajo.

(A) De manera ordenada y profesional. El equipo de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio, los cables y los circuitos se deben instalar de manera ordenada y profesional.

(B) Instalación de los cables de distribución de audio. Los cables instalados expuestos sobre la superficie de cielos rasos y paredes laterales se deben soportar de forma tal que los cables de distribución de audio no se deterioren debido al uso normal del edificio. Dichos cables se deben sujetar con correas, grapas, amarres de cable, soportes colgantes o accesorios similares diseñados e instalados de manera que no dañen el cable. La instalación se debe hacer de acuerdo con las secciones 300.4 y 300.11 (A).

(C) Cables abandonados de distribución de audio. Se debe retirar la parte accesible de los cables abandonados de distribución de audio.

(D) Cable de distribución de audio instalado e identificado para uso futuro.

(1) Los cables identificados para uso futuro deben estar marcados con una etiqueta con durabilidad suficiente para soportar las condiciones ambientales implicadas.

(2) Las etiquetas de los cables deben tener la siguiente información:

(1) La fecha en la cual se identificó el cable para uso futuro.
(2) Fecha proyectada de uso.

(3) Información relacionada con el uso futuro proyectado del cable.

640.7 Puesta a tierra

(A) Generalidades. Los ductos y los canales auxiliares deben estar conectadas a uno o varios conductores de puesta a tierra de equipos, a un puente de unión de equipos o al conductor puesto a tierra, cuando así lo permitan o exijan las secciones 250.92 (B) (1) ó 250.142. No se exigirá que el conductor de puesta a tierra de equipos sea mayor al 14 AWG de cobre o su equivalente, cuando el ducto o canal auxiliar no contenga alambres de alimentación. Cuando el ducto o canal auxiliar contenga alambres de alimentación, el conductor de puesta a tierra de equipos no debe ser menor que el especificado en la sección 250.122.

(B) Sistemas derivados separadamente con 60 voltios a tierra. La puesta a tierra de sistemas derivados separadamente con 60 voltios a tierra debe realizarse de acuerdo con la sección 647.6.

(C) Receptáculos separados puestos a tierra. Se permitirán los receptáculos separados del tipo con puesta a tierra como se describe en la sección 250.146 (D), y para la implementación de otros sistemas técnicos de potencia en conformidad con el Artículo 250. Para sistemas derivados separadamente con 60 voltios a tierra, el conductor de puesta a tierra de equipos del circuito ramal debe conectarse de la manera exigida en la sección 647.6 (B).

NOTA: Véase la sección 406.2 (D) para información referente a receptáculos del tipo con puesta a tierra y la identificación exigida.

640.8 Agrupación de conductores. Los conductores aislados de distintos sistemas, agrupados o empaquetados de modo que permanezcan en contacto físico muy estrecho entre sí en la misma canalización u otro gabinete o en cordones o cables portátiles, deben cumplir los requisitos de la sección 300.3 (C) (1).

640.9 Métodos de alambrado.

(A) Alambrado hacia y entre equipos de audio.

(1) Alambrado de alimentación. El alambrado y el equipo desde la fuente de alimentación hasta y entre los dispositivos conectados a los sistemas de alambrado de los inmuebles, deben cumplir con los requisitos de los Capítulos 1 al 4, excepto según se modifique en este artículo.

(2) Sistemas de alimentación derivados separadamente. Los sistemas derivados separadamente deben cumplir con los artículos aplicables de este Código, excepto lo modificado por este artículo. Se permitirá emplear los sistemas derivados separadamente con 60 voltios a tierra en instalaciones de sistemas de audio como se especifica en el Artículo 647.

(3) Otros alambrados. Todo alambrado no conectado al sistema de alambrado de los inmuebles o a un sistema de alambrado derivado separadamente del sistema de alambrado de los inmuebles debe cumplir con el Artículo 725.

(B) Alambrado de alimentación auxiliar. El equipo que cuenta con una entrada separada para una alimentación auxiliar debe alambrarse de acuerdo con el Artículo 725. La instalación de baterías debe estar de acuerdo con el Artículo 480.

NOTA No. 1: Esta sección no se aplica al empleo de equipo de sistemas ininterrumpidos de alimentación (UPS), ni otras fuentes de alimentación, proyectadas para actuar como reemplazo directo de la fuente primaria de alimentación y que están conectadas a la entrada del circuito primario.

NOTA No. 2: Cuando se emplee un equipo para un sistema de alarma contra incendio, véase la publicación NFPA 72-2007, National Fire Alarm Code.

(C) Alambrado de salida y listado de amplificadores. Se permitirá que los amplificadores con circuitos de salida que transportan señales de programas de audio empleen alambrado de Clase 1, Clase 2 o Clase 3 cuando el amplificador esté listado y marcado para su uso con la clase específica del método de alambrado. Dicho listado debe garantizar que la salida de energía sea equivalente al riesgo de choque e incendio de la misma clase, según se establece en el Artículo 725. Debe proporcionarse protección contra sobrecorriente y se permitirá que ésta sea inherente al amplificador. Los circuitos de salida del amplificador de audio que emplean métodos de alambrado de Clase 1, se deben considerar equivalentes a los circuitos de Clase 1 y se deben instalar de acuerdo con la sección 725.46, según sea aplicable.

Los circuitos de salida de amplificadores de audio que emplean métodos de alambrado de Clase 2 o Clase 3, se deben considerar equivalentes a los circuitos de Clase 2 o Clase 3 respectivamente. Estos circuitos deben utilizar conductores aislados cuyas características no sean menores a los requisitos de la sección 725.179, y se deben instalar de acuerdo con las secciones 725.133 y 725.154.

NOTA No. 1: El documento ANSI/UL 1711-1994, Amplifiers for Fire Protective Signalling Systems, contiene requisitos para el listado de los amplificadores empleados para sistemas de alarma contra incendios de conformidad con el National Fire Alarm Code, NFPA 72-2007.

NOTA No 2: En los siguientes documentos se encuentran ejemplos de requisitos para listar amplificadores de uso residencial, comercial y profesional: ANSI/UL 813-1996, Comercial Audio Equipment, ANSI/UL 1419-1997, Profesional Video and Audio Equipment, ANSI/UL 1492-1996, Audio-Video Products and Accesories, y ANSI/UL 6500-1996, Audio/Video and Musical Instrument Apparatus for Household, Comercial and Similar Use.

(D) Uso de transformadores de audio y autotransformadores. Los transformadores de audio y autotransformadores sólo deben emplearse para señales de audio y de manera que no se sobrepasen la tensión de entrada o de salida, la impedancia o las limitaciones de potencia establecidas por el fabricante. Se permitirá que los alambres de entrada o de salida de los transformadores de audio o autotransformadores se conecten directamente a los terminales del amplificador o del altavoz. No se exigirá que terminales eléctricos o puntas terminales sean puestos a tierra o unidas.

640.10 Sistemas de audio cercanos a cuerpos de agua. Los sistemas de audio cercanos a cuerpos de agua, ya sean naturales o artificiales, deben sujetarse a las restricciones especificadas en las secciones 640.10 (A) y (B).

Excepción: Esta sección no incluye sistemas de audio proyectados para emplearse en botes, yates u otras formas de transporte acuático o terrestre empleados cerca de cuerpos de agua, ya sean alimentados o no por un circuito ramal.

NOTA: Véase la sección 680.27 (A) en cuanto a la instalación de equipo de audio subacuático.

(A) Equipo alimentado por un circuito ramal de potencia. El equipo de un sistema de audio alimentado por un circuito ramal de potencia no debe colocarse lateralmente a una distancia dentro de 1.5 m (5 pies) de la pared interior de una piscina, spa, bañera térmica o fuente, ni a una distancia menor de 1.5 m (5 pies) de la marca del nivel alto prevaleciente o marea del agua. El equipo debe estar alimentado por un circuito ramal de potencia protegido por un interruptor de circuito contra fallas a tierra cuando así lo exijan otros artículos.

(B) Equipo no alimentado por un circuito ramal de potencia. El equipo de un sistema de audio alimentado por una fuente listada de energía de Clase 2 o por la salida de un amplificador listado como lo permite el uso de alambrado de Clase 2 debe restringirse en cuanto a su ubicación únicamente por las recomendaciones del fabricante.

NOTA: La ubicación de la fuente de alimentación o del amplificador, si es alimentada por un circuito ramal de potencia, permanece sujeta a las restricciones de la sección 640.10 (A).

II. Instalaciones permanentes de sistemas de audio 640.21 Uso de cordones y cables flexibles.

(A) Entre el equipo y el circuito ramal de potencia. Los cordones de alimentación para equipos de audio deben ser adecuados para ese uso y se permitirá emplearlos donde se facilite el intercambio, el mantenimiento o la reparación de dicho equipo por medio del uso de un cordón de alimentación.

(B) Entre los altavoces y los amplificadores o entre altavoces. Los cables empleados para conectar los altavoces entre sí o a un amplificador deben cumplir con lo dispuesto en el Artículo 725. Se permitirán otros conjuntos y tipos de cables listados, incluidos los cables opcionales híbridos para comunicaciones, señales y cables de fibra óptica.

(C) Entre equipos. Los cables empleados para la distribución de señales de audio entre equipos deben cumplir con el Artículo 725. Se permitirán otros ensambles y tipos de cable listados, incluidos los cables opcionales híbridos para comunicaciones, señales y cables de fibra óptica. Se permitirán otros tipos de cable y ensambles especificados por el fabricante del equipo como aceptables para su uso, de acuerdo con la sección 110.3 (B).

(D) Entre el equipo y fuentes de alimentación diferentes de los circuitos ramales de potencia. Las siguientes fuentes de alimentación, diferentes de los circuitos ramales de potencia, se deben instalar y alambrar entre los equipos de acuerdo con los requisitos de este Código para la tensión y potencia entregadas:

(1) Baterías de acumuladores
(2) Transformadores
(3) Transformadores con rectificadores
(4) Otras fuentes de alimentación de c.a. o cc.

NOTA. Para algunos equipos, fuentes tales como las de los anteriores numerales (1) y (2) servirán como la única fuente de alimentación. A su vez, éstas podrían alimentarse por un circuito ramal de potencia de forma continua o intermitente.

(E) Entre los bastidores del equipo y los sistemas de alambrado de los inmuebles. Se permitirán cordones y cables flexibles para la conexión eléctrica de los bastidores de equipo instalado en forma permanente con el sistema de alambrado de los inmuebles para facilitar el acceso al equipo o con el propósito de aislar físicamente el sistema técnico de potencia del bastidor de la tierra de los inmuebles. La conexión debe realizarse empleando clavijas y receptáculos aprobados o mediante conexión directa dentro de un gabinete aprobado. Los cordones y cables flexibles no deben someterse a manipulación física o al abuso mientras el bastidor se encuentre en uso.

640.22 Alambrado de bastidores de equipo y gebinetes. Los bastidores del equipo y los gabinetes metálicos deben estar puestos a tierra. No se exigirá unión si se conecta el bastidor a una puesta a tierra técnica de potencia.

Los bastidores del equipo se deben alambrar de forma ordenada y profesional. Los alambres, cables, componentes estructurales u otro equipo no deben ubicarse de tal manera que impidan el acceso razonable a los interruptores de potencia del equipo y a los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito que puedan restablecerse o reemplazarse.

Los cordones o cables de alimentación, si se emplean, deben terminar dentro del gabinete del bastidor del equipo en un ensamble de conector identificado. Los cordones o cables de alimentación (y el ensamble del conector, si se usa) deben tener la suficiente ampacidad para conducir la carga total conectada al bastidor del equipo y deben protegerse mediante dispositivos contra la sobrecorriente.

640.23 Conduit o tubería

(A) Número de conductores. El número de conductores permitidos en un solo conduit o tubería no debe exceder el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 9.

(B) Conduit o tuberías no metálicas y adaptadors de aislamiento. Se permitirá el empleo de conduit o tubería no metálica y de adaptadors de aislamiento cuando se utilice un sistema técnico de potencia y debe cumplir con los artículos aplicables.

640.24 Canalizaciones, canales y canales auxiliares. Se permitirá el empleo de canalizaciones, canales y canales auxiliares metálicos y no metálicos para uso con conductores de señales de audio, los cuales deben cumplir con los artículos aplicables con respecto a las ubicaciones permitidas, construcción y ocupación.

640.25 Instalación de altavoces en divisiones, paredes y cielos rasos clasificados como resistentes al fuego. Los altavoces instalados en una división, pared o cielo raso, clasificados como resistentes al fuego deben estar listados para dicho propósito o instalarse en un envolvente *(enclosure)* o alojamiento que mantenga la clasificación de resistencia al fuego.

NOTA: Construcción clasificada contra el fuego es la clasificación de resistencia al fuego empleada en códigos de construcción. Un método para determinar la

clasificación de resistencia al fuego es la prueba de acuerdo con la norma NFPA 256-2003, Standard Methods of Fire Tests of Roof Coverings.

III. Instalaciones portátiles y temporales de sistemas de audio

640.41 Conectores del cable de un circuito ramal multipolar. Los conectores del cable de un circuito ramal multipolar, macho y hembra, para los cordones y cables de alimentación deben construirse de modo que la tensión mecánica en el cordón o cable no se transmita a las conexiones. La mitad hembra del conector debe fijarse al extremo de carga del cordón o cable de alimentación. El conector se debe especificar en amperios y estar diseñado de modo que no se puedan conectar entre sí dispositivos de valor nominal diferente. Los conectores multipolares de corriente alterna deben estar polarizados y deben cumplir con las disposiciones de las secciones 406.6 (A) y (B) y 406.9. Los conectores multipolares de corriente alterna o de corriente continua empleados para la conexión entre altavoces y amplificadores, o entre altavoces, no deben ser compatibles con los conectores con capacidad nominal de 15 ó 20 amperios que no sean de seguridad y proyectados para circuitos ramales de fuerza, ni con conectores con valor nominal de 250 voltios o más y de cualquiera de los dos tipos, de seguridad o no. No se permitirá que el cableado de señales no proyectado para la interconexión de tales altavoces y amplificadores sea compatible con los conectores del cable de un circuito ramal multipolar de cualquier configuración aceptada.

NOTA: Véase la sección 400.10 en cuanto a la tracción en los terminales.

640.42 Uso de cordones y cables flexibles.

(A) Entre el equipo y el circuito ramal de alimentación. Los cordones de alimentación para el equipo de audio deben estar listados y se permitirá su uso cuando el intercambio, mantenimiento o reparación de dicho equipo se facilite por medio del uso de un cordón de alimentación.

(B) Entre altavoces y amplificadores o entre altavoces. Los cordones y cables flexibles empleados para conectar los altavoces entre sí o a un amplificador deben cumplir con el Artículo 400 y el Artículo 725, respectivamente. Se permitirán también los cordones y cables listados para uso portátil, ya sea de uso pesado o extrapesado, según se define en el Artículo 400. Además, se permitirán otros ensambles y tipos de cables listados, incluidos los cables híbridos opcionales para comunicaciones, señales y cables de fibra óptica.

(C) Entre equipos y/o entre los bastidores del equipo. Los cordones y cables flexibles empleados para la distribución de señales de audio entre equipos deben cumplir con el Artículo 400 y el Artículo 725, respectivamente. Se permitirán también los cordones y cables listados para uso portátil, ya sea de uso pesado o extrapesado, según se define en el Artículo 400. Además, se permitirán otros ensambles y tipos de cables listados, incluidos los cables híbridos opcionales para comunicaciones, señales y cables de fibra óptica.

(D) Entre equipos, bastidores de equipos y fuentes de alimentación diferentes de los circuitos ramales de alimentación. El alambrado para las siguientes fuentes de alimentación, diferentes de los circuitos ramales de alimentación, se deben instalar, conectar o alambrar de acuerdo con los requisitos de este Código para la tensión y potencia exigidas:

(1) Baterías de acumulador
(2) Transformadores

(3) Transformadores con rectificadores
(4) Otras fuentes de alimentación de c.a. y c.c.

(E) Entre los bastidores del equipo y el circuito ramal de alimentación. La alimentación a un bastidor de un equipo portátil debe realizarse mediante cordones o cables listados de uso extrapesado, como se define en la Tabla 400.4. Para uso temporal o portátil en exteriores, los cordones o cables deben estar listados además como adecuados para lugares mojados y resistentes a la luz solar. Las secciones 520.5, 520.10 y 525.3 se deben aplicar, según corresponda, cuando existan las siguientes condiciones:

(1) Cuando el bastidor del equipo incluya equipo de audio e iluminación y/o equipos de fuerza.

(2) Cuando se usan o construyen extensiones de cable, adaptadores y ensambles de desconexión.

640.43 Alambrado de los bastidores del equipo. Los bastidores del equipo fabricados de metal deben estar puestos a tierra. Los bastidores no metálicos con cubiertas (si las hay) removidas no deben permitir el acceso al alambrado Clase 1, Clase 3 o a la alimentación del circuito primario sin la remoción de las cubiertas sobre los terminales o el uso de herramientas.

Los bastidores del equipo se deben alambrar de manera ordenada y profesional. Los alambres, cables, componentes estructurales u otros equipos no deben ubicarse de tal manera que impidan el acceso razonable a los interruptores de alimentación del equipo y a los dispositivos, que pueden restablecerse o reemplazarse, de protección contra sobrecorriente del circuito.

El alambrado que sale del bastidor del equipo para conectarse a otro equipo o a una fuente de alimentación debe estar libre de tensión mecánica o terminar adecuadamente de forma tal que una tracción en el cordón o cable no incremente el riesgo de daño al cable o al equipo conectado de forma que origine un riesgo desproporcionado de incendio o choque eléctrico.

640.44 Protección ambiental del equipo. Se permitirá equipo portátil no listado para uso en exteriores sólo cuando se cuente con adecuada protección de dicho equipo contra las condiciones climáticas adversas con el fin de prevenir el riesgo de incendio o choque eléctrico. Cuando el sistema esté proyectado para permanecer en funcionamiento con clima adverso, se deben realizar arreglos para mantener la operación y ventilación del equipo disipador de calor.

640.45 Protección del alambrado. Cuando estén accesibles al público, los cordones y cables flexibles tendidos sobre la tierra o sobre el piso deben cubrirse con tapetes no conductivos aprobados. Los cables y tapetes deben arreglarse de modo que no presenten peligro de tropiezos.

640.46 Acceso al equipo. El equipo con posibilidad de presentar riesgo de incendio, choque eléctrico o daño físico al público debe protegerse mediante barreras o supervisarse por personal calificado de modo que se prevenga el acceso del público.

ARTÍCULO 645
Equipos de tecnología de la información

645.1 Alcance. Este artículo trata de los equipos, alambrado de alimentación, alambrado de interconexión de equipos y puesta a tierra de los equipos y sistemas de tecnología de la información, incluida las unidades terminales en salas de equipos de tecnología de la información.

> **NOTA**. Para más información, véase la publicación NFPA 75-2003, Standard for the Protection of Information Technology Equipment.

645.2 Definición.

Circuitos de alimentación y cables de interconexión abandonados. Circuitos de alimentación y cables de interconexión instalados que no terminan en un equipo y no están identificados para uso futuro con una etiqueta.

645.4 Requisitos especiales de las salas de equipos de tecnología de la información. Este artículo se debe aplicar siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

(1) Se proporcionen medios de desconexión que cumplan con lo especificado en la sección 645.10.

(2) Se proporcione un sistema separado de calefacción/ventilación/aire acondicionado (HVAC siglas de su nombre en inglés *heating/ventilating/air-conditioning*) dedicado para uso de los equipos de tecnología de la información y esté separado de otras áreas de la ocupación. Se permitirá que los equipos de HVAC que alimenten a otras ocupaciones sirvan también para las salas de equipos de tecnología de la información, siempre que en el punto de entrada del límite de la sala se instalen compuertas contra fuego y humo. Dichas compuertas deben funcionar activadas por detectores de humo y también cuando opere el medio de desconexión exigido en la sección 645.10.

> **NOTA**. Para más información, véase la publicación NFPA 75-2003, Standard for the Protection of Information Technology Equipment, Capítulo 10, 10.1, 10.1.1, 10.1.2 y 10.1.3

(3) Se instalen equipos de tecnología de la información listados.

(4) La sala esté ocupada únicamente por el personal necesario para el funcionamiento y mantenimiento de los equipos de tecnología de la información instalados.

(5) La sala debe estar separada de otras ocupaciones por paredes, pisos y cielos rasos resistentes al fuego y con sus aberturas protegidas.

> **NOTA**. Para más información sobre los requisitos de construcción de la sala, véase la publicación NFPA 75-2003, Standard for the Protection of Information Technology Equipment, Capítulo 5.

645.5 Circuitos de alimentación y cables de interconexión.

(A) Conductores del circuito ramal. Los conductores del circuito ramal que alimenten una o más unidades de un sistema de procesamiento de datos deben tener una ampacidad no menor al 125 por

ciento de la carga total conectada.

(B) Conexiones con cordón y clavija. Se permitirá que el sistema de procesamiento de datos esté conectado a un circuito ramal por medio de cualquiera de los siguientes medios listados:

(1) Cordón flexible y clavija de conexión que no supere los 4.5 m (15 pies).

(2) Ensamble del conjunto de cordones, cuando estén sobre la superficie del piso, deben estar debidamente protegidos contra daños físicos.

(C) Cables de interconexión. Se permitirá que las unidades separadas de procesamiento de datos estén conectadas entre sí por medio de cables y ensambles de cables listados. Cuando esté expuesta a daños físicos, la instalación debe estar protegida con medios aprobados.

(D) Bajo pisos elevados (pisos falsos). Se permitirá instalar los cables de alimentación, de comunicaciones, de conexión e interconexión y las conexiones con cordón y clavija y los receptáculos asociados con los equipos de tecnología de la información por debajo de pisos elevados, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

(1) El piso elevado sea de construcción adecuada y el área debajo del mismo sea accesible.

(2) Los conductores del circuito ramal de alimentación para los receptáculos o los equipos alambrados en campo estén instalados en conduit metálico rígido, conduit rígido no metálico, conduit metálico intermedio, tuberías eléctricas metálicas, tuberías eléctricas no metálicas, canalizaciones metálicas, canalizaciones no metálicas, canalizaciones metálicas superficiales con tapa metálica, canalizaciones superficiales no metálicas, conduit metálico flexible, conduit metálico flexible hermético a los líquidos, conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, o cables de los tipos MI, MC o AC. Estos conductores de alimentación se deben instalar de acuerdo con lo que exige la sección 300.11.

(3) Cordones de alimentación de equipo de tecnología de la información listado, de acuerdo con la sección 645.5 (B).

(4) La ventilación en la zona debajo del piso se utilice solo para la sala de equipos de tecnología de la información, excepto lo especificado en la sección 645.4 (2). El sistema de ventilación debe estar dispuesto, con dispositivos aprobados para la detección de humo, de forma que a la detección de humo o de productos de la combustión en el espacio debajo del piso, se detenga la circulación de aire.

(5) Las aberturas del piso elevado para cordones y cables, protejan los cordones y cables contra la abrasión y reduzcan al mínimo la entrada de desechos por debajo del piso.

(6) Los cables, diferentes de los tratados en la sección (D) (2) y aquellos que cumplen con las secciones (D) (6) (a), (D) (6) (b) o (D) (6) (c) deben estar listados como cables del tipo DP, con características de resistencia al fuego que los hagan adecuados para usarlos bajo pisos elevados en salas de equipos de tecnología de la información.

a. Cables de interconexión encerrados en una canalización.
b. Cables de interconexión listados con equipos fabricados antes del 1 de julio de 1994, instalados con los mismos equipos.

c. Se permitirán las designaciones de tipos de cable indicadas en la Tabla 645.5. Para la puesta a tierra de equipos se permitirán cables de un solo conductor, aislados, de color verde o verde con una o más franjas amarillas, con calibre del 4 AWG y más grandes, marcados "para uso en bandejas portacables" o "para uso CT".

NOTA. Un método para definir la resistencia al fuego es determinar que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja según la prueba UL de exposición a la llama, llamas verticales en bandejas (UL Flame Exposure, Vertical Tray Flame Test) definido en la norma UL 1685-2000, Standard for Safety for Vertical-Tray Fire-Propagation and Smoke-Release Test for Electrical and Optical-Fiber Cables. No son aplicables las mediciones de humo en el método de prueba.
Otro método para definir la resistencia al fuego es por el daño (longitud carbonizada) que no exceda 1.5 m (4 pies 11 pulgadas), cuando se realiza la prueba CSA para llama vertical - cables en bandejas portacables (CSA "Vertical Flame Test - Cables in Cable Trays", descrito en el documento CSA C22.2 No. 0.3-M-2001, Test Methods for Electrical Wires and Cables.

Tabla 645.5 Tipos de cables permitidos bajo los pisos elevados

Artículo	Cámara de distribución	Elevación	Uso general
336			TC
725	CL2P & CL 3P	CL2R & CL3R	CL.2 CL3 & PLTC
727			ITC
760	NPLFP & FPLP	NPLFR FPLR	NPLF & FPL
770	OFNP & OFCP	OFNR & OFCR	PFN & PFC
800	CMP	CMR	CM & CMG
820	CATVP	CATVR	CATV

(E) Aseguramiento en el lugar. No se exigirá que estén sujetos en su lugar los cables de fuerza, de comunicaciones, de conexión e interconexión y sus cajas, conectores, receptáculos y clavijas asociadas que estén listados como parte o para uso con equipos de tecnología de la información.

(F) Circuitos de alimentación y cables de interconexión abandonados. La parte accesible de los circuitos de alimentación y de los cables de interconexión abandonados se deben retirar, a menos que estén dentro de una canalización metálica.

(G) Circuitos de alimentación y cables de interconexión instalados e identificados para uso futuro.

(1) Los circuitos de alimentación y los cables de interconexión identificados para uso futuro deben estar marcados con una etiqueta con durabilidad suficiente para soportar las condiciones ambientales implicadas.

(2) Las etiquetas de los circuitos de alimentación y las etiquetas de los cables de interconexión deben tener la siguiente información:

a. La fecha en la cual se identificó para uso futuro.
b. Fecha de uso proyectada.
c. Información relacionada con el uso futuro proyectado.

645.6 Cables fuera de las salas de equipos de tecnología de la información. Los cables que se prolongan más allá de las salas de equipos de tecnología de la información deben someterse a los requisitos aplicables de este Código.

> **NOTA**: Para información sobre circuitos de señalización, véase el Artículo 725; sobre cables de fibra óptica, y canalizaciones, véase el Artículo770; y para circuitos de comunicaciones véase el Artículo 800. Para sistemas de alarma contra incendio, véase el Artículo 760.

645.7 Penetración. La penetración de los límites de la sala, resistente al fuego se debe hacer de acuerdo con lo establecido en la sección 300.21.

645.10 Medios de desconexión. Se debe instalar un medio aprobado que desconecte la alimentación de todos los equipos electrónicos que haya en una sala de equipos de tecnología de la información o en las zonas designadas dentro de la sala. También debe instalarse otro medio aprobado similar que desconecte la alimentación de todos los sistemas dedicados de HVAC que alimentan la sala o las zonas designadas; y haga que se cierren todas las compuertas para humo/fuego exigidas. El control de estos medios de desconexión debe agruparse e identificarse y ser fácilmente accesible desde las puertas principales de salida. Se permitirá que un solo medio de desconexión controle tanto los equipos electrónicos como los sistemas de HVAC en la sala o en una zona. Cuando se usa un pulsador como medio de desconexión de la alimentación, al oprimir el botón se debe desconectar la alimentación. Cuando se crean zonas múltiples, cada zona debe tener un medio aprobado que confine el fuego o los productos de la combustión dentro de la zona.

Excepción: Las instalaciones que cumplan las disposiciones del Artículo 685.

645.11 Sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS, sigla de su nombre en inglés: *Uninterruptible Power Supplies*).

Excepto para las instalaciones y construcciones tratadas en las secciones 645.11 (1) o (2), las UPS instaladas dentro de las salas de equipos de tecnología de la información, así como sus circuitos de alimentación y salida, deben cumplir con lo establecido en la sección 645.10. El medio de desconexión instalado debe desconectar también las baterías de su carga.

(1) Las instalaciones que cumplan las disposiciones del Artículo 685.

(2) Fuentes de alimentación limitadas a 750 voltamperios o menos derivadas de una UPS o de circuitos de baterías integradas en los equipos electrónicos.

645.15 Puesta a tierra. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de los sistemas de tecnología de la información deben estar unidas al conductor de puesta a tierra de equipos, según lo establece el Artículo 250 o deben tener doble aislamiento. Los sistemas de potencia derivados dentro de un equipo de tecnología de la información listado, que alimentan a sistemas de tecnología de la información a través de receptáculos o ensambles de cables suministrados como parte de dichos equipos, no se deben considerar como circuitos derivados separadamente con el fin de aplicar

las disposiciones de la sección 250.20 (D). Cuando se instalan estructuras de referencia de señales, éstas se deben unir al conductor de puesta a tierra de equipos proporcionado para el equipo de tecnología de la información.

NOTA No. 1: Los requisitos de unión en las normas de producto que rigen este equipo listado garantizan su conformidad con el Artículo 250.

NOTA No. 2: Cuando se empleen receptáculos del tipo con puesta a tierra separada, véanse las secciones 250.146 (D) y 406.2 (D).

645.16 Marcado. Cada unidad de un sistema de tecnología de la información alimentado por un circuito ramal debe tener una placa de características en la que conste el nombre del fabricante, tensión de alimentación, frecuencia y carga máxima nominal en amperios.

645.17 Unidades de distribución de potencia. Se permitirá que las unidades de distribución de potencia usadas para equipos de tecnología de la información tengan paneles de distribución múltiples dentro de un solo gabinete, siempre que cada panel de distribución no tenga más de 42 dispositivos de protección contra sobrecorriente y la unidad de distribución de potencia sea un equipo de utilización listado para aplicación en tecnología de la información.

ARTÍCULO 647
Equipos electrónicos sensibles

647.1 Alcance. Este artículo trata de la instalación y del alambrado de sistemas derivados separadamente que funcionan a 120 voltios de línea a línea y 60 voltios a tierra para equipos electrónicos sensibles.

647.3 Generalidades. Se permitirá utilizar un sistema derivado separadamente de 120 voltios, monofásico y trifilar con 60 voltios en cada uno de los conductores no puestos a tierra a un conductor del neutro puesto a tierra, con el propósito de reducir el ruido objetable en lugares con equipos electrónicos sensibles, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

(1) El sistema se instale únicamente en ocupaciones comerciales o industriales.

(2) El uso del sistema esté restringido a áreas bajo supervisión estricta de personal calificado.

(3) Se cumplan todos los requisitos de las secciones 647.4 hasta 647.8.

647.4 Métodos de alambrado.

(A) Paneles de distribución y protección contra sobrecorriente. Se permitirá usar paneles de distribución monofásicos normales y equipo de distribución con valor nominal de tensión más alta. El sistema debe estar marcado claramente en la superficie del panel o en el interior de las puertas del panel. Se deben suministrar interruptores automáticos bipolares de disparo común o una combinación de medios de desconexión bipolares con fusibles, que estén identificados para su uso a la tensión del sistema, para ambos conductores no puestos a tierra en todos los alimentadores y circuitos ramales. Los circuitos ramales y alimentadores deben tener un medio que desconecte simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra.

(B) Cajas de empalme. Todas las tapas de las cajas de empalme se deben marcar con claridad para indicar el panel de distribución y la tensión del sistema.

(C) Identificación del conductor. Los conductores de todos los alimentadores y circuitos ramales instalados según esta sección se deben identificar como del sistema en todos los empalmes y terminaciones mediante color, marcas, etiquetas o medios igualmente eficaces. El medio de identificación se debe fijar en cada panel de distribución del circuito ramal y en el medio de desconexión para el edificio.

(D) Caída de tensión. La caída de tensión en cualquier circuito ramal no debe exceder el 1.5 por ciento. La caída combinada de tensión de los conductores del alimentador y del circuito ramal no debe exceder el 2.5 por ciento.

(1) Equipo fijo. La caída de tensión en el equipo de alimentación del circuito ramal, conectado usando los métodos de alambrado del Capítulo 3, no debe exceder el 1.5 por ciento. La caída combinada de tensión de los conductores del alimentador y el circuito ramal no debe exceder el 2.5 por ciento.

(2) Equipo conectado con cordón. La caída de tensión en los circuitos ramales que alimentan los receptáculos no debe exceder el 1 por ciento. Para los fines de cálculo, se debe considerar que la

carga conectada a la salida del receptáculo es del 50 por ciento del valor nominal del circuito ramal. La caída combinada de tensión de los conductores del alimentador y el circuito ramal no debe exceder el 2.0 por ciento.

> **Nota**: El propósito de esta disposición es limitar la caída de tensión a 1.5 por ciento cuando se pueden usar cordones portátiles como un medio de conexión del equipo.

647.5 Sistemas trifásicos. Cuando se suministra alimentación trifásica, un sistema derivado separadamente de 6 fases en "estrella" con 60 voltios a tierra instalado según este artículo, se debe configurar como tres sistemas derivados separadamente, monofásicos de 120 voltios con un total combinado de no más de seis desconectivos.

647.6 Puesta a tierra.

(A) Generalidades. El sistema debe ser puesto a tierra según la sección 250.30 como un sistema derivado separadamente, monofásico y trifilar.

(B) Conductores de puesta a tierra exigidos. El equipo de utilización alambrado permanentemente y los receptáculos deben ser puestos a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos tendido con los conductores del circuito hasta una barra conductora de puesta a tierra de equipos, marcada visiblemente con la inscripción "Puesta a tierra técnica de equipos" en el panel de distribución del circuito ramal de origen. La barra conductora de puesta a tierra debe estar conectada al conductor puesto a tierra en el lado de la línea del medio de desconexión del sistema derivado separadamente. El conductor de puesta a tierra no debe tener calibre inferior al que se especifica en la Tabla 250.122 ni estar tendido con los conductores del alimentador. No es necesario que la barra conductora de puesta a tierra del equipo técnico esté unida al envolvente del panel de distribución. Se permitirán otros métodos de puesta a tierra autorizados en otras partes de este Código, cuando la impedancia de la trayectoria de retorno de puesta a tierra no excede la impedancia de los conductores de puesta a tierra de equipos, dimensionados e instalados de acuerdo con este artículo.

> **Nota** No. 1: Véase la sección 250.122 con respecto a los requisitos de dimensionamiento del conductor de puesta a tierra de equipos cuando se ajusta el calibre de los conductores del circuito para compensar por la caída de tensión.

> **Nota** No. 2: Estos requisitos limitan la impedancia de la trayectoria de falla a tierra cuando sólo se aplican 60 voltios a una condición de falla en lugar de los 120 voltios usuales.

647.7 Receptáculos.

(A) Generalidades. Cuando se usan los receptáculos como un medio de conexión del equipo, se deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) Todos los receptáculos de 15 y 20 amperios deben tener protección GFCI.

(2) Todas las tiras, adaptadores, tapas y placas frontales de los receptáculos deben estar marcados

con la siguiente inscripción o equivalente:

ADVERTENCIA - POTENCIA TÉCNICA
No conectar a equipo de alumbrado.
Para uso con equipo electrónico únicamente.
60/120 voltios. 1 o c.a.
Protegido con GFCI

(3) Un receptáculo de 125 voltios, monofásico, de 15 ó 20 amperios nominales con uno de sus polos portadores de corriente conectado a un conductor del circuito puesto a tierra se debe ubicar a una distancia máxima de 1.8 m (6pies) de todos los receptáculos de sistemas técnicos de potencia de 15 ó 20 amperios nominales, 60/120 voltios, instalados permanentemente.

(4) Todos los receptáculos de 125 voltios usados para potencia técnica de 60/120 voltios deben tener una configuración única y estar identificados para el uso con esta clase de sistemas. Se permitirán todas las salidas de receptáculos y clavijas de conexión de 125 voltios, monofásicas, de 15 ó 20 amperios nominales que estén identificados para uso con conductores de circuito puestos a tierra, en cuartos de máquinas, cuartos de control, cuartos de equipos, bastidores de equipos y otros lugares similares restringidos para uso solo por personal calificado.

(B) Receptáculos de puesta a tierra separada. Se permitirán receptáculos de puesta a tierra separada, tal como se describe en la sección 250.146 (D); sin embargo, el conductor de puesta a tierra de equipos del circuito ramal debe estar terminado según lo exige la sección 647.6 (B).

647.8 Equipo de alumbrado. El equipo de alumbrado instalado según este artículo con el fin de reducir el ruido eléctrico que se origina en el equipo de alumbrado, debe cumplir las condiciones de las secciones 647.8 (A) hasta (C).

(A) Medios de desconexión. Todas las luminarias conectadas a sistemas derivados separadamente que funcionan a 60 voltios a tierra, y el equipo de control asociado, si lo hay, deben tener un medio de desconexión que abra simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra. El medio de desconexión se debe ubicar al alcance de la vista desde la luminaria o debe poderse bloquear en la posición abierta. Las disposiciones para el bloqueo o para agregar un candado al medio de desconexión deben instalarse sobre o en el interruptor o el interruptor automático usado como el medio de desconexión y deben permanecer en su lugar esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o interruptor automático.

(B) Luminarias. Todas las luminarias se deben instalar permanentemente y estar listadas para su conexión a un sistema derivado separadamente de 120 voltios de línea a línea y 60 voltios a tierra.

(C) Casquillo roscado. Las luminarias instaladas según esta sección no deben tener expuesto el casquillo roscado de la lámpara.

ARTÍCULO 650
Órganos de tubos

650.1 Alcance. Este artículo trata de los circuitos eléctricos y partes operadas eléctricamente de los órganos de tubos, que se utilizan para controlar el aparato de emisión de sonido y los teclados.

650.3 Otros Artículos. Los órganos electrónicos deben cumplir las disposiciones pertinentes del Artículo 640.

650.4 Fuentes de energía. La fuente de alimentación debe ser del tipo transformador con rectificador, cuyo potencial de c.c. no supere los 30 voltios.

650.5 Puesta a tierra. El rectificador debe estar unido al conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con las disposiciones del Artículo 250, Partes V, VI, VII y VIII.

650.6 Conductores. Los conductores deben cumplir con las secciones 650.6 (A) hasta (D).

(A) Calibre. Los conductores no deben ser menores al 28 AWG para los circuitos de señales electrónicas y no menores al 26 AWG para la alimentación de válvulas electromagnéticas y similares. El conductor principal común de retorno en la alimentación electromagnética debe tener un calibre no menor al 14 AWG.

(B) Aislamiento. Todos los conductores deben tener aislamiento termoplástico o termofijo.

(C) Conductores por cablear. Excepto por el conductor común de retorno y los conductores dentro del propio órgano, los conductores en otras secciones y la consola del órgano, deben ser cableados. Se permitirá que el conductor común de retorno esté instalado dentro de un forro adicional que encierre tanto el cable como el conductor de retorno, o también se permitirá como un conductor separado y en contacto con el cable.

(D) Cubierta de los cables. Cada cable debe tener una cubierta exterior, sea total o en cada uno de los subensambles de conductores agrupados. Se permitirá utilizar cinta en lugar de la cubierta. Cuando no estén instalados en canalizaciones metálicas, su cubierta debe ser resistente a la dispersión de la llama o los cables o subensambles de cables se deben cubrir con una cinta listada a prueba de fuego y estrechamente enrollada.

> **Nota**: Un método para determinar si el cable es resistente a la dispersión de la llama es sometiendo el cable a la prueba de llama VW-1 (alambre vertical) de la norma ANSI/UL 1581-2001, Referente Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords.

650.7 Instalación de conductores. Los cables deben estar asegurados firmemente en su lugar y se permitirá que estén sujetos directamente a la estructura del órgano sin necesidad de soportes aislantes. Los cables no deben estar en contacto con otros conductores.

650.8 Protección contra sobrecorriente. Los circuitos se deben organizar de modo que los conductores de calibre 26 AWG y 28 AWG estén protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente

de valor nominal no mayor a 6 amperios. Los conductores de otros calibres deben protegerse de acuerdo con su ampacidad. No se exigirá que el conductor común de retorno tenga protección contra sobrecorriente.

ARTÍCULO 660
Equipos de rayos X

I. Generalidades

660.1 Alcance. Esta sección trata de todos los equipos de rayos X que funcionan a cualquier tensión o frecuencia y se utilizan en aplicaciones industriales u otras que no sean médicas ni odontológicas.

> **NOTA**. Para instalaciones de rayos X en instituciones para el cuidado de la salud, véase el Artículo 517 Parte V.

Nada de lo contenido en este artículo se debe considerar como constituyente de medidas de seguridad contra el rayo útil o las radiaciones dispersas de rayos X.

> **NOTA** No. 1: Los requisitos de desempeño y seguridad contra la radiación de varias clases de equipos de rayos X están regulados bajo la Ley Pública 90-602 de Estados Unidos y están regidos por el Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos.

> **NOTA** No. 2: Adicionalmente, en la publicación Reports of the National Council on Radiation Protection and Measurement, se ofrece información acerca de la protección contra la radiación promulgada por el National Council on Radiation Protection and Measurements. Estos informes pueden obtenerse en NCRP Publications, 7910 Woodmont Ave.,Suite 1016, Bethesda, MD 20814.

660.2 Definiciones.

Móvil. Equipo de rayos X montado en una base permanente con ruedas y/o rueditas que permite su desplazamiento totalmente ensamblado.

Portátil. Equipo de rayos X diseñado para su transporte manual.

Régimen de larga duración. Valor nominal con base en un intervalo de funcionamiento de 5 minutos o más.

Régimen momentáneo. Valor nominal con base en un intervalo de funcionamiento que no supera los 5 segundos.

Transportable. Equipo de rayos X que se instala en un vehículo o que se puede desmontar fácilmente para transportarlo en un vehículo.

660.3 En lugares (clasificados como) peligrosos. A menos que esté identificado para el lugar, el equipo de rayos X y sus equipos accesorios no se deben instalar ni utilizar en lugares (clasificados como) peligrosos.

> **NOTA**. Véase el Artículo 517, Parte IV.

660.4 Conexión con el circuito de alimentación

(A) Equipos fijos y estacionarios. Los equipos de rayos X fijos y estacionarios se deben conectar a la fuente de alimentación mediante un método de alambrado que cumpla los requisitos generales de este Código. Se permitirá que los equipos debidamente alimentados por un circuito ramal de no más de 30 amperios nominales, lo estén a través de una clavija de conexión adecuada con un cable o cordón de servicio pesado.

(B) Equipos portátiles, móviles y transportables. No se exigirán circuitos ramales individuales para los equipos de rayos X móviles, portátiles o transportables cuya capacidad de corriente no supere los 60 amperios. Los equipos de rayos X portátiles y móviles de cualquier capacidad se deben alimentar mediante un cable o cordón adecuados de servicio pesado. Se permitirá que los equipos de rayos X transportables de cualquier capacidad estén conectados a su fuente de alimentación mediante una conexión adecuada y un cable o cordón de servicio pesado.

(C) Circuitos de más de 600 voltios nominales. Los circuitos y equipos que funcionen a más de 600 voltios nominales deben cumplir lo establecido en el Artículo 490.

660.5 Medios de desconexión. En el circuito de alimentación se debe instalar un medio de desconexión de capacidad adecuada, para mínimo el 50 por ciento de la corriente necesaria para el régimen momentáneo o el 100 por ciento de la corriente necesaria para el régimen de larga duración del equipo de rayos X, de los dos valores el mayor. El medio de desconexión debe ser operable desde una ubicación fácilmente accesible desde el puesto de control del aparato de rayos X. Para los equipos conectados a un circuito ramal de 120 voltios nominales, y de 30 amperios o menos, se permitirá que el medio de desconexión sea un receptáculo y una clavija de conexión del tipo con polo a tierra de valor nominal adecuada.

660.6 Valor nominal de los conductores de alimentación y del dispositivo de protección contra sobrecorriente.

(A) Conductores del circuito ramal. La ampacidad de los conductores del circuito ramal de alimentación y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no debe ser menor al 50 por ciento de la corriente de régimen momentáneo o al 100 por ciento de la corriente de régimen de larga duración, de estos dos valores el mayor.

(B) Conductores del alimentador. La ampacidad de los conductores y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de un alimentador para 2 o más circuitos ramales que alimentan unidades de rayos X, no debe ser menor al 100 por ciento de la demanda nominal de régimen momentáneo [según se establece en la sección 660.6(A)], de los dos mayores aparatos de rayos X más el 20 por ciento del valor de régimen momentáneo de los demás aparatos de rayos X.

> **NOTA**. El calibre mínimo de los conductores de los alimentadores y circuitos ramales se rige también por los requisitos para regulación de tensión. Para una instalación específica, el fabricante suele especificar los valores mínimos del transformador de distribución y del calibre de los conductores, el valor nominal de los medios de desconexión y del dispositivo de protección contra sobrecorriente.

660.7 Terminales del alambrado. Los equipos de rayos X que no se suministran con un cordón o conjunto de cordones unidos permanentemente, deben estar equipados con terminales de alambrado o puntas de

conductores adecuados para la conexión de los conductores de la fuente de alimentación, del calibre necesario según el valor nominal del circuito ramal para el equipo.

660.8 Número de conductores en una canalización. El número de conductores de los circuitos de control instalados en una canalización se debe establecer de acuerdo con las disposiciones de la sección 300.17.

660.9 Calibre mínimo de los conductores. Para los circuitos de control y funcionamiento de los equipos de rayos X y de los equipos auxiliares que tengan dispositivos de protección contra sobrecorriente de no más de 20 amperios, se permitirá utilizar alambres para artefactos calibre 18 AWG o 16 AWG, tal como se especifica en la sección 725.49, y cordones flexibles.

660.10 Instalación de los equipos. Todos los equipos para las instalaciones nuevas de rayos X y todos los equipos de rayos X usados o reacondicionados, desplazados y vueltos a instalar en una nueva ubicación, deben ser de un tipo aprobado.

II. Control

660.20 Equipos fijos y estacionarios

(A) Dispositivo separado de control. Se debe incorporar un dispositivo separado de control, además del medio de desconexión en la alimentación de control del aparato de rayos X o en el circuito del primario del transformador de alta tensión. Este dispositivo debe formar parte del equipo de rayos X, pero se permitirá instalarlo en un gabinete separado ubicado inmediatamente adyacente a la unidad de control del equipo de rayos X.

(B) Dispositivo de protección. Se debe instalar un dispositivo de protección, el cual se permitirá que esté incorporado en un dispositivo separado de control, que controle la carga resultante de las fallas en el circuito de alta tensión.

660.21 Equipos portátiles y móviles. Los equipos portátiles y móviles deben cumplir lo establecido en la sección 660.20, pero el dispositivo de control manual debe estar ubicado dentro o sobre el equipo.

660.23 Equipos para laboratorios comerciales e industriales.

(A) Tipos radiográficos y fluoroscópicos. Todos los equipos de los tipos radiográfico y fluoroscópico deben estar eficazmente encerrados o disponer de enclavamientos que desenergicen automáticamente el equipo para prevenir el fácil acceso a las partes vivas portadoras de corriente.

(B) Tipos de difracción y de irradiación. Los equipos de los tipos de difracción y de irradiación o las instalaciones no encerradas eficazmente o no provistas con enclavamientos para prevenir el acceso a las partes vivas portadoras de corriente durante el funcionamiento, deben estar equipados con un medio que indique claramente cuando estén energizados. El indicador debe ser una luz piloto, un medidor de aguja u otro medio equivalente.

660.24 Control independiente. Cuando desde el mismo circuito de alta tensión se opere más de una pieza de equipo, cada pieza o grupo de equipos que formen una unidad deben estar equipados con un interruptor de alta tensión o un medio de desconexión equivalente. Dicho medio de desconexión debe

estar construido, encerrado o ubicado de modo que impida que las personas puedan entrar en contacto con las partes vivas.

III. Transformadores y condensadores

660.35 Generalidades. No se exigirá que los transformadores y condensadores que formen parte de un equipo de rayos X cumplan lo establecido en los Artículos 450 y 460.

660.36 Condensadores. Los condensadores deben estar montados dentro de gabinetes de material aislante o de metal puesto a tierra.

IV. Resguardo y puesta a tierra

660.47 Generalidades

(A) Partes que funcionan a alta tensión. Todas las partes que funcionan a alta tensión, incluidos los tubos de rayos X, deben estar montadas dentro de envolventes *(enclosures)* puestos a tierra. Para aislar las partes de alta tensión del gabinete puesto a tierra se debe usar aire, gas, aceite u otro medio aislante adecuado. La conexión desde el equipo de alta tensión con los tubos de rayos X y otros componentes que funcionan también a alta tensión se debe hacer mediante cables blindados de alta tensión.

(B) Cables de baja tensión. Los cables de baja tensión que conecten unidades llenas de aceite que no estén completamente selladas, tales como transformadores, condensadores, enfriadores de aceite e interruptores de alta tensión, deben tener un aislamiento del tipo resistente al aceite.

660.48 Puesta a tierra. Las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos de rayos X y del equipo asociado (como los controles, mesas, soportes de los tubos de rayos X, tanques de los transformadores, cables blindados, cabezas de los tubos de rayos X, etc.) deben estar puestos a tierra según lo especificado en el Artículo 250. Los equipos portátiles y móviles deben tener una clavija de conexión con polo a tierra aprobada.

Excepción: Los equipos que funcionen con batería.

ARTÍCULO 665
Equipo de calentamiento por inducción y calentamiento dieléctrico

I. Generalidades

665.1 Alcance. Este artículo trata de la construcción e instalación de los equipos de calentamiento por inducción, calentamiento dieléctrico, fusión por inducción y soldadura por inducción y sus accesorios para aplicaciones industriales y científicas. Las aplicaciones médicas u odontológicas, artefactos o recipientes o tubería a la frecuencia de línea no se tratan en este artículo.

> **Nota:** Véase el Artículo 427, Parte V, con respecto al calentamiento por inducción a la frecuencia de la línea de las tuberías y los recipientes.

665.2 Definiciones.

Aplicador del equipo de calentamiento*.* Dispositivo usado para transferir energía entre el circuito de salida y el objeto o la masa que se va a calentar.

Calentamiento dieléctrico*.* Calentamiento de un material nominalmente aislante debido a sus propias pérdidas dieléctricas, cuando el material está ubicado en un campo eléctrico variable.

Calentamiento, fusión y soldadura por inducción*.* Calentamiento, fusión o soldadura de un material nominalmente conductor, producido por sus propias pérdidas I^2R, cuando el material se ubica en un campo electromagnético variable.

Dispositivo de conversión*.* Parte del equipo de calentamiento que convierte la energía de entrada eléctrica o mecánica, a la tensión, corriente y frecuencia adecuadas para el aplicador de calentamiento. Un dispositivo de conversión debe constar del equipo que usa la frecuencia de la línea principal, todos los multiplicadores estáticos, las unidades del tipo oscilador que usan tubos de vacío, inversores que usan dispositivos de estado sólido o equipo motogenerador.

Equipo de calentamiento*.* Este término, para efectos de este artículo, incluye todos los equipos utilizados para calentar cuyo calor se genera por métodos de inducción o dieléctricos.

665.3 Otros artículos. El alambrado desde la fuente de alimentación hasta el equipo de calentamiento debe cumplir lo establecido en los Capítulos 1 a 4, a menos que se modifique específicamente por este artículo.

665.4 En lugares (clasificados como) peligrosos. Los equipos de calentamiento no se deben instalar en los lugares (clasificados como) peligrosos como se definen en el Artículo 500, a menos que el equipo y el alambrado estén diseñados y aprobados para funcionar en lugares (clasificados como) peligrosos.

665.5 Circuito de salida. El circuito de salida debe incluir todos los componentes de salida externos al dispositivo de conversión, incluyendo contactores, interruptores, barras colectoras y otros conductores. El flujo de corriente desde el circuito de salida a tierra en condiciones de funcionamiento y de falla a tierra se debe limitar a un valor que no cause la aparición de 50 voltios o más a tierra en ninguna parte accesible del equipo de calentamiento y su carga. Se permitirá que el circuito de salida esté separado de tierra.

665.7 Control remoto.

(A) Puntos de control múltiple. Cuando se usan puntos de control múltiples para la energización del aplicador, se debe suministrar y enclavar un medio de modo que el aplicador pueda energizarse desde un solo punto de control a la vez. En cada punto de control se debe proporcionar un medio para desenergizar el aplicador.

(B) Interruptores de pedal. Los interruptores operados por presión del pie deben tener una guarda sobre el botón de contacto para evitar el cierre accidental del interruptor de pedal.

665.10 Ampacidad de los conductores de alimentación. La ampacidad de los conductores de alimentación se debe determinar según las secciones 665.10 (A) o (B).

(A) Valor nominal por placa de características. La ampacidad de los conductores que alimentan a una o más partes del equipo no debe ser inferior a la suma de los valores nominales por placa de características para el grupo más grande de máquinas con capacidad de funcionamiento simultáneo, más el 100 por ciento de las corrientes en vacío de las máquinas restantes. Cuando en la placa de características no se indican las corrientes en vacío, se debe usar el valor nominal en dicha placa como la corriente en vacío.

(B) Equipo motogenerador. La ampacidad de los conductores de alimentación para un equipo motogenerador se debe determinar según el Artículo 430, Parte II.

665.11 Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobre corriente para el equipo de calentamiento se debe proporcionar como se especifica en el Artículo 240. Se permitirá que esta protección contra sobrecorriente se suministre separadamente o como una parte del equipo.

665.12 Medio de desconexión. Se debe suministrar un medio de desconexión fácilmente accesible para desconectar cada equipo de calentamiento de su circuito de alimentación. El medio de desconexión debe estar ubicado al alcance de la vista desde el controlador o debe poder bloquearse en la posición abierta. Las disposiciones para el bloqueo o para agregar un candado al medio de desconexión deben instalarse sobre o en el interruptor o el interruptor automático usado como el medio de desconexión y deben permanecer en su lugar esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o interruptor automático.

El valor nominal de este medio de desconexión no debe ser inferior a la de la placa de características del equipo de calentamiento. El equipo motogenerador debe cumplir con el Artículo 430, Parte IX. Se permitirá que el medio de desconexión del circuito de alimentación sirva como el medio de desconexión del equipo de calentamiento cuando sólo se alimenta un equipo de calentamiento.

II. Resguardo, puesto a tierra y etiquetado

665.19 Interconexión de los componentes. Se debe resguardar la interconexión exigida de los componentes para una instalación completa del equipo de calentamiento.

665.20 Gabinetes. El dispositivo de conversión (sin incluir las interconexiones de componentes) debe estar totalmente contenido dentro de un gabinete o gabinetes de material no combustible.

665.21 Paneles de control. Todos los paneles de control deben ser del tipo de construcción de

frente muerto.

665.22 Acceso a los equipos internos. Se deben emplear puertas o paneles desmontables para el acceso interno al equipo de calentamiento. Las puertas de acceso a los compartimientos internos que contienen equipo que emplea tensiones desde 150 voltios hasta 1000 voltios de c.a. o c.c. deben poderse bloquear cerradas o deben estar enclavadas para prevenir que el circuito de alimentación se energice mientras la(s) puerta(s) esté(n) abierta(s). La disposición para bloquear o agregar un candado a las puertas de acceso se debe instalar sobre o en la puerta de acceso y debe permanecer en su lugar con o sin el candado instalado.
Las puertas de acceso a los compartimientos internos que contienen equipo que emplea tensiones superiores a 1000 voltios de c.a. o c.c. deben tener un medio de desconexión equipado con cierres mecánicos para prevenir el acceso mientras el equipo de calentamiento esté energizado o las puertas de acceso deben poder bloquearse cerradas y estar enclavadas para evitar que el circuito de alimentación se energice mientras la(s) puerta(s) esté(n) abierta(s). Los paneles desmontables no utilizados normalmente para el acceso a esas partes, se deben sujetar de modo que resulte difícil desmontarlos.

665.23 Etiquetas o anuncios de advertencia. Todos los equipos deben tener adheridos etiquetas o anuncios de advertencia con la inscripción "PELIGRO - ALTA TENSIÓN - MANTÉNGASE ALEJADO", que deben ser claramente visibles para toda persona que pueda entrar en contacto con partes energizadas, cuando las puertas están abiertas o cerradas o se hayan quitado los paneles de los compartimientos que contengan equipos a más de 150 voltios de c.a. o c.c.

665.24 Condensadores. El tiempo y el medio de descarga deben estar de acuerdo con la sección 460.6 para condensadores con valor nominal de 600 voltios y menos. El tiempo y el medio de descarga deben estar de acuerdo con la sección 460.28 para condensadores con valor nominal de más de 600 voltios. Se permitirán interruptores internos de presión en el condensador, conectados a un dispositivo de interrupción del circuito como protección contra sobrecorriente del condensador.

665.25 Blindaje del aplicador de calentamiento dieléctrico. Se deben usar jaulas protectoras o blindaje adecuado para resguardar los aplicadores de calentamiento dieléctrico. Se deben usar interruptores de enclavamiento en todas las puertas de acceso con bisagras, paneles deslizantes u otros medios de acceso fácil al aplicador. Todos los interruptores de enclavamiento deben estar conectados de manera que se elimine toda la potencia del aplicador cuando cualquiera de las puertas o paneles de acceso estén abiertos.

665.26 Puesta a tierra y unión. Siempre que lo exija el funcionamiento del circuito se debe utilizar una unión al conductor de puesta a tierra de equipos o la unión entre unidades, o ambas, y para limitar a valores seguros las tensiones de radiofrecuencia entre todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de los equipos y el terreno de la tierra, lo mismo que entre todas las partes de los equipos y los objetos que los rodean y entre tales objetos y el terreno de la tierra. Dicha conexión al conductor de puesta a tierra de equipos y la unión debe instalarse de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250, Partes II y V.

> **Nota**: Bajo ciertas condiciones, el contacto entre el objeto que se calienta y el aplicador resulta en una condición insegura, como por ejemplo la erupción de material caliente. Esta condición insegura se puede evitar poniendo a tierra el objeto que se calienta y la detección de tierra.

665.27 Marcado. Todos los equipos de calentamiento deben tener una placa de características en la que conste el nombre del fabricante, la identificación del modelo y los siguientes datos de entrada: la tensión de alimentación, frecuencia, número de fases, corriente máxima, plena carga en kilovoltamperios (kVA) y factor de potencia de plena carga. Se permitirán datos adicionales.

ARTÍCULO 668
Celdas electrolíticas

668.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a la instalación de los componentes eléctricos y equipos accesorios de las celdas electrolíticas, líneas de celdas electrolíticas y de las fuentes de alimentación para los procesos de producción de aluminio, cadmio, flúor, cloro, cobre, peróxido de hidrógeno, magnesio, sodio, clorato de sodio y zinc.

Este artículo no cubre las celdas utilizadas como fuentes de energía eléctrica y para procesos galvanoplásticos ni las utilizadas para la producción de hidrógeno.

> **NOTA** No.1: En general, cualquier línea de celdas o grupo de líneas de celdas que funcionan como una unidad para la obtención de un determinado metal, gas o compuesto químico, puede ser distinta de cualquier otra que produzca el mismo producto, debido a las variaciones en las materias primas particulares utilizadas, capacidad de salida, métodos o procesos especiales u otros factores, de modo que los requisitos establecidos en este Código pueden resultar excesivamente restrictivos y hacer que no se cumplan los fines propuestos en el mismo.

> **NOTA** No.2: Para más información véase la publicación IEEE 463-1993, Standard for Electrical Safety Practices in Electrolytic Cell Line Working Zones.

668.2 Definiciones.

Aditamentos y equipos auxiliares de líneas de celdas. Para efectos de este artículo, se consideran aditamentos y equipos auxiliares de líneas de celdas, incluye pero no están limitados a: tanques auxiliares, tuberías de proceso, ductos de trabajo, soportes estructurales, conductores expuestos de líneas de celdas, conduits y otras canalizaciones, bombas, equipos de posicionamiento y dispositivos eléctricos de desconexión o derivación de celdas. Los equipos auxiliares incluyen, entre otros, las herramientas, máquinas de soldar, crisoles y otros equipos portátiles utilizados para el funcionamiento y mantenimiento dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas electrolíticas.

En la zona de trabajo de la línea de celdas, el equipo auxiliar incluye las superficies conductoras expuestas de grúas no puestas a tierra y el equipo que alimenta a las celdas montadas en las grúas.

Celda electrolítica. Depósito o tanque en el que se producen reacciones electroquímicas causadas por la aplicación de energía eléctrica, con el fin de refinación o producción de materiales útiles.

Conexión eléctrica. Conexión capaz de conducir corriente de forma que se diferencia de la conexión a través de inducción electromagnética.

Línea de celdas. Ensamble de celdas electrolíticas interconectadas eléctricamente entre sí y alimentadas por una fuente de corriente continua.

Zona de trabajo de líneas de celdas electrolíticas. Envolvente de espacio en el que se lleva a cabo normalmente el funcionamiento y los trabajos de mantenimiento de las celdas electrolíticas, sobre o en las cercanías de las superficies energizadas expuestas de las líneas de celdas electrolíticas o de sus

aditamentos.

668.3 Otros Artículos

(A) Alumbrado, ventilación y manipulación de materiales. Las disposiciones de los Capítulos 1 a 4 de este Código, se les debe aplicar a las acometidas, alimentadores, circuitos ramales y aparatos para la alimentación del alumbrado, ventilación, manipulación de materiales y operaciones similares que estén fuera de la zona de trabajo de las líneas de celdas electrolíticas.

(B) Sistemas no conectados eléctricamente. Aquellos elementos de un sistema de alimentación de una línea de celdas que no estén conectados eléctricamente al sistema de alimentación de las celdas, tales como el devanado del primario de un transformador de dos devanados, el motor de un grupo motogenerador. Los alimentadores, circuitos ramales, medios de desconexión, controladores de motores y dispositivos de protección contra sobrecargas, deben cumplir todas las disposiciones aplicables de este Código.

(C) Líneas de celdas electrolíticas. Las líneas de celdas electrolíticas deben cumplir las disposiciones de los Capítulos 1 hasta 4, con excepción de lo enmendado en las secciones 668.3 (C) (1) hasta (C) (4).

(1) Conductores. No se exigirá que los conductores de la línea de celdas electrolíticas cumplan las disposiciones de los Artículos110, 210, 215, 220 y 225. Véase la sección 668.11.

(2) Protección contra sobrecorriente. No se exigirá que los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos de alimentación de procesos de celdas electrolíticas de c.c. cumplan los requisitos del Artículo 240.

(3) Puesta a tierra. No se exigirá que los equipos ubicados o utilizados dentro de la zona de trabajo de las líneas de celdas electrolíticas o asociados con los circuitos de alimentación de c.c. de las líneas de celdas, cumplan lo establecido en el Artículo 250.

(4) Zona de trabajo. No se exigirá que las celdas electrolíticas, los aditamentos de la línea de celdas y el alambrado de los equipos y dispositivos auxiliares instalados dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas, cumplan lo establecido en los Artículos 110, 210, 215, 220 y 225. Véase la sección 668.30.

> **NOTA**: Con respecto a la puesta a tierra de los equipos, aparatos y componentes estructurales, véase la Sección 668.15.

668.10 Zona de trabajo de la línea de celdas.

(A) Área cubierta. La envolvente de espacio de la zona de trabajo de la línea de celdas debe abarcar cualquiera de los siguientes espacios:

(1) Hasta de 2.5 m (96 pulgadas) sobre las superficies energizadas de las líneas de celdas electrolíticas o sus aditamentos energizados.

(2) Bajo las superficies energizadas de las líneas de celdas electrolíticas o sus aditamentos energizados, siempre que la altura libre en el espacio que queda por debajo sea menor a 2.5 m (96 pulgadas).

(3) Hasta 1.0 m (42 pulgadas) horizontalmente desde las superficies energizadas de las líneas de celdas electrolíticas o sus aditamentos energizados o desde la envolvente del espacio descrito en las secciones 668.10 (A) (1) o (A) (2).

(B) Área no cubierta. No se exigirá que la zona de trabajo de la línea de celdas se prolongue a través o más allá de paredes, techos, pisos, divisiones, barreras o similares.

668.11 Fuente de alimentación de procesos de líneas de celdas de corriente continua.

(A) No puestos a tierra. No se exigirá poner a tierra los conductores de la fuente de alimentación de los procesos de líneas de celdas de corriente continua.

(B) Envolventes metálicos puestos a tierra. Todos los envolventes metálicos de los aparatos de alimentación para los procesos de líneas de celdas de corriente continua que funcionen a un potencial de alimentación de más de 50 voltios entre terminales, se deben poner a tierra, mediante cualquiera de los siguientes medios:

(1) A través de equipos con relés de protección.

(2) Mediante un conductor de puesta a tierra, de cobre y de calibre 2/0 AWG como mínimo u otro conductor de igual o mayor conductancia.

(C) Requisitos de la puesta a tierra. Las conexiones de puesta a tierra que exige la sección 668.11 (B) se deben instalar de acuerdo con las secciones 250.8, 250.10, 250.12, 250.68 y 250.70.

668.12 Conductores de la línea de celdas.

(A) Aislamiento y materiales. Los conductores de la línea de celdas deben ser de cobre, aluminio, aluminio recubierto de cobre, acero u otro material adecuado y deben estar desnudos, cubiertos o aislados.

(B) Calibre. Los conductores de la línea de celdas deben tener un área de sección transversal tal que el aumento de temperatura, en condiciones de carga y temperatura ambiente máximas, no supere la temperatura segura de funcionamiento del aislamiento de los conductores o del material de soporte de los mismos.

(C) Conexiones. Los conductores de la línea de celdas deben unirse mediante conectores con pernos, soldados, con abrazaderas o con conectores de compresión.

668.13 Medios de desconexión.

(A) Más de una fuente de alimentación para el proceso. Cuando más de una fuente de alimentación para procesos de líneas de celdas de c.c. sirva a la misma línea de celdas, se debe instalar un medio de desconexión en el lado del circuito de la línea de celdas de cada fuente de alimentación con el fin de desconectarlas del circuito de la línea de celdas.

(B) Puentes de conexión o conductores desmontables. Se permitirá usar como medio de desconexión los puentes de conexión desmontables o conductores desmontables.

668.14 Medios de derivación.

(A) Derivación total o parcial. Se permitirá derivar total o parcialmente la corriente del circuito de la línea de celdas alrededor de una o más celdas.

(B) Derivación de una o más celdas. Los conductores, interruptores o combinaciones de conductores e interruptores que se usen para derivar una o más celdas deben cumplir los requisitos correspondientes de la sección 668.12.

668.15 Puesta a tierra. Los equipos, aparatos y componentes estructurales que se deban poner a tierra según lo exigido por el Artículo 668, deben cumplir los requisitos del Artículo 250, excepto que no se exigirá utilizar una tubería de agua como electrodo. Se permitirá utilizar cualquier electrodo o combinación de electrodos de los descritos en la sección 250.52.

668.20 Equipos eléctricos portátiles.

(A) Equipos eléctricos portátiles que no se deben poner a tierra. Los bastidores y envolventes de los equipos eléctricos portátiles utilizados en la zona de trabajo de la línea de celdas no se deben poner a tierra.

> *Excepción No.1: Cuando la tensión de la línea de celdas no supere los 200 voltios c.c., se permitirá poner a tierra dichos bastidores y envolventes.*
>
> *Excepción No. 2: Se permitirá poner a tierra dichos bastidores y envolventes, cuando estén resguardados.*

(B) Transformadores de aislamiento. Los equipos eléctricos manuales portátiles, conectados mediante cordón con bastidores o envolventes no puestos a tierra, que se utilicen dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas, se deben conectar a circuitos de receptáculos que sólo tengan conductores no puestos a tierra, tales como un circuito ramal alimentado por un transformador de aislamiento con el secundario no puesto a tierra.

(C) Marcado. Los equipos eléctricos portátiles no puestos a tierra, deben estar marcados claramente y tener receptáculos y clavijas de una configuración tal que prevenga su conexión a receptáculos con puesta a tierra y así mismo el intercambio accidental de equipos eléctricos portátiles puestos y no puestos a tierra.

668.21 Circuitos de alimentación y receptáculos para los equipos eléctricos portátiles.

(A) Circuitos separados. Los circuitos que alimenten receptáculos no puestos a tierra para equipos manuales conectados mediante cordón, deben estar separados eléctricamente de cualquier sistema de distribución que alimente áreas distintas de las de zonas de trabajo de línea de celdas y no deben estar puestos a tierra. La alimentación para estos circuitos debe ser proporcionada por transformadores de aislamiento. Los primarios de dichos transformadores no deben funcionar a más de 600 voltios entre conductores y deben estar adecuadamente protegidos contra sobrecorriente. La tensión del secundario de dichos transformadores no debe superar los 300 voltios entre conductores; y todos los circuitos alimentados por dichos secundarios deben ser no puestos a tierra y deben tener instalado en cada conductor un dispositivo aprobado de protección contra sobrecorriente y de valor nominal adecuado.

(B) No intercambiables. Los receptáculos y sus clavijas de acoplamiento para los equipos no puestos a tierra no deben tener medios para la conexión de un conductor de puesta a tierra y su configuración debe ser tal que impida su uso en equipos que requieran de puesta a tierra.

(C) Marcado. Los receptáculos instalados en circuitos alimentados por un transformador de aislamiento con el secundario no puesto a tierra, deben tener una configuración distintiva, estar claramente marcados y no se deben instalar en ningún otro lugar de la planta.

668.30 Equipos eléctricos fijos y portátiles

(A) Equipos eléctricos que no se exige poner a tierra. No se exigirá poner a tierra los sistemas de corriente alterna que alimenten equipos eléctricos fijos y portátiles que haya dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas.

(B) Superficies conductoras expuestas que no se exige poner a tierra. No se exigirá poner a tierra las superficies conductoras expuestas, tales como las carcasas de los equipos eléctricos, gabinetes, cajas, motores, canalizaciones y similares que se encuentren en la zona de trabajo de la línea de celdas.

(C) Métodos de alambrado. Los equipos eléctricos auxiliares tales como motores, transductores, sensores, dispositivos de control y alarmas montados sobre una celda electrolítica u otra superficie energizada, se deben conectar al sistema de alambrado del inmueble por alguno de los medios siguientes:

(1) Cordones multiconductores de uso pesado.

(2) Cables o alambres en canalizaciones adecuadas o bandejas portacables metálicas o no metálicas. Si la instalación se hace en conduit metálico, bandejas portacables, cables armados u otros sistemas metálicos similares, se deben instalar con separaciones aislantes para que no produzcan una condición eléctrica potencialmente peligrosa.

(D) Protección contra sobrecorriente de los circuitos. No se exigirá proteger los circuitos de control e instrumentación que estén totalmente dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas.

(E) Unión. Se permitirá unir los equipos eléctricos fijos a las superficies conductoras energizadas de la línea de celdas, a sus aditamentos o equipos auxiliares. Cuando se monte un equipo eléctrico fijo sobre una superficie conductora energizada, se debe unir a esa superficie.

668.31 Conexiones auxiliares no eléctricas. Las conexiones auxiliares no eléctricas, como mangueras de aire, mangueras de agua y similares, a una celda electrolítica, a sus aditamentos o equipos auxiliares, no deben tener continuidad eléctrica mediante alambres de refuerzo, armadura, blindajes y similares. Las mangueras deben ser de material no conductor.

668.32 Grúas y montacargas.

(A) Superficies conductoras que se deben aislar de tierra. No se exigirá poner a tierra las superficies conductoras de las grúas y montacargas que entren en la zona de trabajo de la línea de celdas. La parte de una grúa elevada o montacargas que entre en contacto con una celda electrolítica energizada o sus accesorios energizados, debe estar aislada de tierra.

(B) Condiciones eléctricas peligrosas. Los controles remotos de las grúas o montacargas que puedan

introducir condiciones eléctricas peligrosas dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas, deben utilizar uno o más de los siguientes sistemas:

(1) Circuito de control separado y no puesto a tierra, según lo establecido en la sección 668.21 (A).
(2) Cuerda no conductora del operador.
(3) Estación de botones colgante con medios de soporte no conductores y con superficies no conductoras o con las superficies conductoras expuestas no puestas a tierra.
(4) Radio.

668.40 Gabinetes. Cuando exista un sistema de ventilación de corriente de aire natural que prevenga la acumulación de gases, se permitirá utilizar gabinetes de propósito general para equipos eléctricos.

ARTÍCULO 669
Galvanoplastia

669.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a la instalación de los componentes eléctricos y equipos accesorios de alimentación de fuerza y de control para procesos de galvanoplastia, anodizado, electropulido y electrodecapado. Para efectos de este artículo, cuando se utilice el término galvanoplastia se deberá usar para identificar a uno cualquiera o todos estos procesos.

669.3 Generalidades. Los equipos utilizados en procesos de galvanoplastia deben estar identificados para dicho servicio.

669.5 Conductores del circuito ramal. Los conductores del circuito ramal que alimentan a una o más unidades de equipos deben tener una ampacidad no menor al 125 por ciento del total de las cargas conectadas. La ampacidad de las barras colectoras debe cumplir lo establecido en la sección 366.23.

669.6 Métodos de alambrado. Los conductores que conecten los equipos de los tanques electrolíticos a los equipos de conversión deben cumplir con las secciones 669.6 (A) y (B).

(A) Sistemas que no superan los 50 voltios de corriente continua. Se permitirá tender los conductores aislados sin soportes aislantes, siempre que estén protegidos contra daños físicos. Se permitirá tender conductores desnudos de cobre o de aluminio cuando estén apoyados en aisladores.

(B) Sistemas a más de 50 voltios de corriente continua. Se permitirá tender los conductores aislados sobre soportes aislantes, siempre que estén protegidos contra daños físicos. Se permitirá tender conductores desnudos de cobre o de aluminio cuando estén apoyados en aisladores y resguardados contra contactos accidentales hasta el punto de terminación, como establece en Sección 110.27.

669.7 Señales de advertencia. Cuando haya conductores desnudos se deben instalar anuncios que lo adviertan.

669.8 Medios de desconexión.

(A) Más de una fuente de alimentación. Cuando haya más de una fuente de alimentación para el mismo sistema de c.c, se debe instalar un medio de desconexión en el lado de c.c. de cada fuente de alimentación.

(B) conductores o puentes de conexión removibles. Se permitirá usar los puentes removibles o conductores removibles como medio de desconexión.

669.9 Protección contra sobrecorriente. Los conductores de c.c. deben estar protegidos contra sobrecorriente por uno o más de los medios siguientes:

(1) Fusibles o interruptores automáticos.

(2) Un dispositivo sensor de corriente que accione un medio de desconexión.

(3) Otro medio aprobado.

ARTÍCULO 670
Maquinaria industrial

670.1 Alcance. Este artículo trata de la definición, los datos de la placa de características, el calibre y la protección contra la sobrecorriente de los conductores de alimentación para maquinaria industrial.

> **NOTA** No. 1: Para más información véase la publicación NFPA 79-2007, Electric Standard for Industrial Machinery.
>
> **NOTA** No. 2: Para información sobre los requisitos de los espacios de trabajo para equipos que contienen terminales de los conductores de alimentación, véase la sección 110.26. Para información sobre los requisitos de los espacios de trabajo para los equipos de control y de fuerza de las máquinas, véase la publicación NFPA 79-2007, Electric Standard for Industrial Machinery.

670.2 Definición.

Maquinaria industrial (máquina). Máquina (o grupo de máquinas que funcionan juntas de manera coordinada) accionada por motor, que no se puede transportar manualmente mientras está funcionando y que se utiliza para procesar materiales mediante corte, moldeado, presión o técnicas eléctricas, térmicas u ópticas, por laminación o por combinación de estos procesos. Puede incluir los equipos asociados utilizados para mover el material o las herramientas, incluidos los accesorios, para montar o desmontar, inspeccionar o probar o para empacar. [Se consideran como parte de la maquinaria industrial los equipos eléctricos asociados a la misma incluyendo el(los) controlador(es) lógico(s) y el software o lógica asociado junto con los sensores y accionamientos de la máquina].

670.3 Datos de la placa de características de las máquinas.

(A) Placa de características permanente. Toda máquina industrial debe tener instalada en su carcasa o en el gabinete del equipo de control una placa de características permanente, claramente visible una vez instalada la máquina. La placa de características debe incluir la siguiente información:

(1) Tensión de alimentación, número de fases, frecuencia y corriente de plena carga.

(2) Corriente nominal máxima de los dispositivos de protección contra fallas a tierra y cortocircuito.

(3) Corriente nominal del motor más grande, de la placa de características del motor, o de la carga.

(4) Valor de corriente de cortocircuito del panel de control de la máquina con base en uno de los siguientes:
a. Valor de corriente de cortocircuito de un envolvente o ensamble listado y etiquetado para el control de la máquina.
b. Valor de corriente de cortocircuito establecida utilizando un método aprobado.

> **NOTA**: En el documento UL 508A-2001, Supplement SB, se encuentra un ejemplo de un método aprobado.

(5) Número(s) del diagrama eléctrico o número del índice del diagrama eléctrico.

La corriente de plena carga mostrada en de la placa de características no debe ser menor a la suma de las corrientes de plena carga de todos los motores y otros equipos que puedan funcionar simultáneamente en condiciones normales de uso. Cuando por el tipo inusual de cargas, de régimen de trabajo, etc., sea necesario instalar conductores de mayor calibre o permitan reducir el calibre de los conductores, la capacidad requerida debe incluirse en la "corriente de plena carga" marcada. Cuando se deba instalar más de un circuito de alimentación, en la placa de características debe constar toda la información anterior para cada uno de los circuitos.

> **NOTA**: Véanse las secciones 430.22 (E) y 430.26 con respecto a los requisitos del régimen de trabajo.

(B) Protección contra sobrecorriente. Cuando la máquina esté protegida contra sobrecorriente según lo establecido en la Sección 670.4 (B), la máquina debe estar marcada "Con protección contra sobrecorriente en los terminales de alimentación de la máquina".

670.4 Conductores de alimentación y protección contra sobrecorriente.

(A) Calibre. El calibre de los conductores de alimentación debe ser tal que tengan una ampacidad no menor al 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga de todas las cargas de calefacción por resistencia, más el 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga del mayor de los motores, más la suma de las corrientes nominales de plena carga de todos los demás motores y aparatos conectados, con base en su régimen de trabajo, que puedan estar funcionando al mismo tiempo.

> **NOTA** No. 1; Con respecto a la ampacidad de los conductores de 600 voltios nominales y menos, véanse las Tablas de ampacidad de 0 a 2000 voltios del Artículo 310.
>
> **NOTA** No. 2: Con respecto a los requisitos del régimen de trabajo, véanse las secciones 430.22 (E) y 430.26.

(B) Medio de desconexión. Una máquina debe ser considerada como una unidad individual y por tanto debe tener un medio de desconexión. Se permitirá que el medio de desconexión esté alimentado por circuitos ramales protegidos con fusibles o interruptores automáticos. No se exigirá que el medio de desconexión tenga protección contra sobrecorriente.

(C) Protección contra sobrecorriente. Cuando se suministre como parte de la máquina, el dispositivo de protección contra sobrecorriente debe consistir en un solo interruptor automático o en un conjunto de fusibles, la máquina debe llevar el marcado que exige la sección 670.3 y los conductores de alimentación se deben considerar como alimentadores o derivaciones, tal como lo establece la sección 240.21.

La corriente nominal o el ajuste de disparo del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito que alimenta la máquina no debe ser mayor que la suma del mayor valor nominal de corriente o ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal, suministrado con la máquina, más el 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga de todas las cargas resistivas de calefacción, más la suma de la corriente de plena carga de todos los demás motores y aparatos que puedan estar funcionando al mismo tiempo.

Excepción: Cuando se utilicen uno o más interruptores automáticos de disparo

instantáneo o protectores contra cortacircuitos del motor, para la protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito ramal de los motores, tal como lo permite la Sección 430.52 (C), se debe aplicar el procedimiento especificado en la sección 670.4 (C) para determinar la corriente nominal máxima del dispositivo protector del circuito que alimenta la máquina, con la siguiente particularidad: a efectos de cálculo, se debe asumir que cada interruptor automático de disparo instantáneo o cada dispositivo de protección del motor contra cortocircuito, tiene un valor nominal que no supera el porcentaje máximo de la corriente de plena carga del motor permitido en la Tabla 430.52, para el tipo de dispositivo de protección utilizado para el circuito de alimentación de la máquina.

Cuando no se suministra con la máquina un dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito ramal, el valor nominal o el ajuste de disparo del dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe basar en las secciones 430.52 y 430.53, según corresponda.

ARTÍCULO 675
Máquinas de riego accionadas o controladas eléctricamente

I. Generalidades

675.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a las máquinas de riego accionadas o controladas eléctricamente y a los circuitos ramales y controladores para dicho equipo.

675.2 Definiciones.

Anillos colectores. Ensamble de anillos deslizantes que transmiten la energía eléctrica de una parte estacionaria a otra rotativa de una máquina.

Máquina de riego. Máquina accionada o controlada eléctricamente con uno o más motores, no portátil, que se utiliza fundamentalmente para transportar y distribuir agua para propósitos agrícolas.

Máquina de riego con pivote central. Máquina de riego con varios motores que gira alrededor de un pivote central y utiliza interruptores de alineación o dispositivos similares para controlar cada uno de los motores.

675.3 Otros artículos. Estas disposiciones son adicionales o modifican las del Artículo 430 y otros artículos de este Código, aplicables excepto en lo modificado por este artículo.

675.4 Cables de riego

(A) Construcción. El cable utilizado para interconectar envolventes *(enclosures)* en la estructura de una máquina de riego debe ser un ensamble de conductores aislados y trenzados con relleno no higroscópico y que no se deshilache, en un núcleo de material no metálico, resistente a la humedad y a las llamas, con un recubrimiento metálico y chaqueta de material no metálico y resistente a la humedad, la corrosión y la luz solar.

El aislamiento de los conductores debe ser de un tipo listado en la Tabla 310.13 (A) para una temperatura de funcionamiento de 75° C (167° F) y para uso en lugares mojados. El material aislante del núcleo debe tener un espesor no menor a 0.76 mm (30 milésimas) y el recubrimiento metálico debe tener un espesor no menor a 0.20 mm (8 milésimas). El espesor del material de la chaqueta no debe ser menor a 1.27 mm (50 milésimas.)

Se permitirá que en el mismo cable haya conductores de fuerza, de puesta a tierra y de control.

(B) Métodos alternativos de alambrado. Se permitirá instalar otros cables listados que cumplan con los requisitos de construcción de la sección 675.4 (A).

(C) Soportes. El cable de riego se debe sujetar con abrazaderas, ganchos o accesorios similares identificados para ese uso e instalados de modo que no dañen el cable. El cable debe estar soportado a intervalos no mayores a 1.2 m (4 pies).

(D) Accesorios. Se deben instalar accesorios en todos los puntos de terminación del cable de riego. Los accesorios deben estar diseñados para usarlos con el cable y ser adecuados para las condiciones de servicio.

675.5 Más de tres conductores en una canalización o cable. Para propósitos de la disminución de la ampacidad, según se exige en la sección 310.15 (B) (2) (a), no se deben tener en cuenta los conductores de señalización y de control instalados en canalizaciones o en cables.

675.6 Marcado en el panel principal de control. En el panel principal de control debe haber una placa de características con la siguiente información:

(1) Nombre del fabricante, tensión nominal, fases y frecuencia.

(2) Valor nominal de corriente de la máquina.

(3) Valor nominal del medio principal de desconexión y valor del dispositivo de protección contra sobrecorriente exigido.

675.7 Corriente nominal equivalente. Cuando no se incluya un régimen de trabajo intermitentemente, se deben utilizar las disposiciones del Artículo 430 para calcular la corriente nominal de los controladores, medios de desconexión, conductores y similares. Cuando la máquina de riego tenga un régimen de trabajo intrínsecamente intermitente, se deben emplear las determinaciones de la corriente nominal equivalente de las secciones 675.7 (A) y (B).

(A) Corriente de régimen continuo. La corriente nominal equivalente de régimen continuo para la selección de los conductores del circuito ramal y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente debe ser igual al 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga por placa de características del motor más grande, más una cantidad igual a la suma de todas las corrientes nominales de plena carga del resto de los motores del circuito, multiplicada por el porcentaje máximo del régimen de trabajo en el cual pueden funcionar de modo continuo.

(B) Corriente de rotor bloqueado. La corriente nominal equivalente de rotor bloqueado debe ser igual a la suma numérica de las corrientes de rotor bloqueado de los dos motores más grandes, más el 100 por ciento de la suma de todas las corrientes nominales de plena carga por placa de características del resto de los motores del circuito.

675.8 Medios de desconexión.

(A) Controlador principal. Un controlador que se utilice para arrancar y detener toda la máquina, debe cumplir todos los siguientes requisitos:

(1) Debe tener una corriente nominal equivalente de funcionamiento continuo no menor a la especificada en las secciones 675.7(A) o 675.22(A).

(2) Debe tener una potencia nominal (en caballos de fuerza) no menor al valor tomado de las Tablas 430.251 (A) y (B), basada en la corriente equivalente de rotor bloqueado especificada en las secciones 675.7 (B) o 675.22 (B).

Excepción: Un interruptor listado de caja moldeada no necesita que se especifique su valor nominal en caballos de fuerza.

(B) Medio principal de desconexión. El medio principal de desconexión de la máquina debe

proporcionar protección contra sobrecorriente y estar en el punto de conexión de la máquina a la alimentación, o debe estar visible a no más de 15 m (50 pies) de la máquina, fácilmente accesible y poderse bloquear en la posición de abierto. La disposición para el bloqueo o para agregar un candado al medio de desconexión debe instalarse sobre o en el interruptor o el interruptor automático usado como medio de desconexión y deben permanecer en su lugar esté instalado el candado o no lo esté. Este medio de desconexión debe tener una corriente nominal y una potencia nominal (en caballos de fuerza) no inferiores a las exigidas para el controlador principal.

Excepción No. 1: Se permitirá utilizar interruptores automáticos sin la potencia nominal marcada en caballos de fuerza, de acuerdo con lo establecido en la sección 430.109.

Excepción No. 2: Se permitirá utilizar un interruptor listado de caja moldeada, sin la potencia nominal marcada en caballos de fuerza.

(C) Medios de desconexión para motores y controladores individuales. Se debe suministrar un medio de desconexión, que desconecte simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra, para cada motor y controlador y debe estar ubicado según lo que establece el Artículo 430 Parte IX. No se exigirá que este medio de desconexión sea fácilmente accesible.

675.9 Conductores del circuito ramal. Los conductores del circuito ramal deben tener una ampacidad no menor que la especificada en las secciones 675.7 (A) o 675.22 (A).

675.10 Varios motores en un circuito ramal.

(A) Protección exigida. En el circuito de una máquina de riego, protegido a máximo 30 amperios a 600 voltios nominales o menos, se permitirá instalar varios motores de no más de 2 caballos de fuerza nominales cada uno, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) La corriente nominal de plena carga de cualquier motor en el circuito no supere los 6 amperios.

(2) Cada motor en el circuito debe estar protegido individualmente contra sobrecargas, según lo que establece la sección 430.32.

(3) Las derivaciones a cada motor no deben tener un calibre menor al 14 AWG de cobre y una longitud máxima de 7.5 m (25 pies).

(B) Protección individual no exigida. Cuando se cumplan los requisitos de la sección 675.10(A), no se exigirá la protección individual del circuito ramal contra cortocircuitos para motores y controladores de motor.

675.11 Anillos colectores

(A) Transmisión de corriente para fuerza. Los anillos colectores deben tener una corriente nominal no menor al 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga del dispositivo más grande alimentado, más la suma de las corrientes de plena carga de los demás dispositivos alimentados, o como se determina según las secciones 675.7 (A) o 675.22 (A).

(B) Para propósitos de señales y control. Los anillos colectores para propósitos de señales y control

deben tener una corriente nominal no menor al 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga del dispositivo más grande alimentado, más la suma de las corrientes de plena carga de los demás de los dispositivos alimentados.

(C) Puesta a tierra. El anillo colector que se utilice para la puesta a tierra debe tener un valor de corriente nominal no menor a la dimensionada según la sección 675.11 (A).

(D) Protección. Los anillos colectores deben protegerse, mediante un gabinete adecuado, de las condiciones ambientales que se prevean y de contactos accidentales.

675.12 Puesta a tierra. Se deben poner a tierra los siguientes equipos:
(1) Todos los equipos eléctricos en la máquina de riego.
(2) Todos los equipos eléctricos asociados a la máquina de riego.
(3) Las cajas metálicas de empalmes y los envolventes *(enclosures)* metálicos.
(4) Los paneles o equipos de control que alimenten o controlen los equipos eléctricos de la máquina de riego.

Excepción: No se exigirá la puesta a tierra en las máquinas en las que se cumplen todas las condiciones siguientes:

(a) La máquina es controlada pero no accionada eléctricamente.

(b) La tensión de control es de 30 voltios o menos.

(c) Los circuitos de control o de señales sean de corriente limitada, de acuerdo con lo especificado en las Tablas 11 (A) y 11 (B) del Capítulo 9.

675.13 Métodos de puesta a tierra. Las máquinas en las que se exige puesta a tierra deben tener un conductor de puesta a tierra de equipos, no portador de corriente, que forme parte integral de cada cable, cordón o canalización. Este conductor de puesta a tierra debe tener un calibre no menor a la del conductor de alimentación de mayor calibre en cada cordón, cable o canalización. Los circuitos alimentadores para alimentación a máquinas de riego deben tener un conductor de puesta a tierra de equipos dimensionado de acuerdo con lo establecido en la Tabla 250.122.

675.14 Unión. Cuando se exija una puesta a tierra en una máquina de riego, la estructura metálica de la máquina, el conduit metálico o el recubrimiento metálico de los cables se deben conectar al conductor de puesta a tierra. Se debe considerar como una trayectoria aceptable de unión el contacto de metal a metal con una parte que está conectada con el conductor de puesta a tierra y las partes no portadoras de corriente de la máquina.

675.15 Protección contra descargas atmosféricas. Si una máquina de riego tiene un punto estacionario, se debe conectar a ese punto un sistema de electrodo de puesta a tierra según establece el Artículo 250 Parte III, para protección contra las descargas atmosféricas.

675.16 Energía desde más de una fuente de alimentación. No se exigirá que los equipos dentro de un gabinete, que reciban energía eléctrica desde más de una fuente de alimentación, tengan un medio de desconexión para la fuente adicional, siempre que su tensión sea de 30 voltios o menos y que cumplan los requisitos de la Parte III del Artículo 725.

675.17 Conectores. Los conectores y clavijas exteriores en el equipo deben ser del tipo a prueba de

intemperie.

Si no están proyectados exclusivamente para su conexión a circuitos que cumplan los requisitos de la parte III del Artículo 725, los conectores y clavijas exteriores deben estar construidos como se especifica en la sección 250.124 (A).

II. Máquinas de riego con pivote central

675.21 Generalidades. Las disposiciones de esta Parte II están previstas para tratar los requisitos especiales adicionales que son particulares de las máquinas de riego con pivote central. Para la definición de Máquina de riego con pivote central, véase la sección 675.2.

675.22 Corrientes nominales equivalentes. Para calcular la corriente nominal de los controladores, medios de desconexión, conductores y similares de máquinas de riego con pivote central de régimen intrínsecamente intermitente, se deben utilizar las determinaciones de las secciones 675.22 (A) y (B).

(A) Corriente nominal de funcionamiento continuo. La corriente nominal equivalente de funcionamiento continuo para la selección de los conductores y de los dispositivos del circuito ramal debe ser igual al 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga por placa de características del motor más grande, más el 60 por ciento de la suma de todas las corrientes de plena carga por placa de características del resto de los motores del circuito.

(B) Corriente de rotor bloqueado. La corriente nominal equivalente de rotor bloqueado debe ser igual a la suma numérica del doble de la corriente de rotor bloqueado del motor más grande, más el 80 por ciento de la suma de todas las corrientes nominales de plena carga por placa de características, del resto de los motores del circuito.

ARTÍCULO 680
Piscinas, fuentes e instalaciones similares

I. Generalidades

680.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a la construcción e instalación del alambrado eléctrico de los equipos, y a los equipos que hay dentro o al lado de todas las piscinas deportivas, recreativas, terapéuticas y decorativas; fuentes, bañeras térmicas; spas y bañeras de hidromasaje; que estén instaladas permanentemente o que se puedan almacenar; así como para el equipo auxiliar metálico como bombas, filtros y similares. El término cuerpo de agua que se usa a lo largo de la Parte I se aplica a todos los cuerpos de agua tratados en este alcance, a menos que se modifique de otra manera.

680.2 Definiciones

Bañera de hidromasaje. Bañera de instalación permanente equipada con un sistema de tuberías de recirculación, una bomba y los equipos asociados. Está diseñada de modo que pueda aceptar agua, hacerla circular y vaciarla después de cada uso.

Bañeras terapéuticas o tanques hidroterapéuticos de construcción integral. Unidad prefabricada que consta de una bañera terapéutica o tanque hidroterapéutico con todo el equipo de circulación del agua, calefacción y control como parte integral de la unidad. El equipo puede incluir bombas, ventiladores, calefactores, luces, controles, higienizadores, etc.

Casco formado. Estructura diseñada para soportar un ensamble de luminaria de nicho mojado proyectada para su montaje en la estructura de una piscina o fuente.

Cubierta de piscina accionada eléctricamente. Equipo operado a motor diseñado para poner y quitar una cubierta flexible o de armazón rígido sobre la superficie del agua de una piscina.

Ensamble de alumbrado a través de la pared. Ensamble de alumbrado proyectado para la instalación sobre el suelo o a través de la pared de la piscina, que consta de dos grupos interconectados de componentes separados por la pared de la piscina.

Ensamble de alumbrado conectado con cordón y clavija. Ensamble consistente en una luminaria, proyectada para instalarse en la pared de una spa, bañera térmica o piscina almacenable y con un transformador con cordón y clavija para su conexión.

Ensamble integrado de equipos para spa o bañera térmica. Unidad integrada prefabricada consistente en equipos para la recirculación y calefacción del agua, con sus equipos de control, montados sobre una base común, proyectado para funcionar en spa o bañera térmica. El equipo puede incluir bombas, ventiladores, calefactores, luces, controles, higienizadores, etc.

Ensamble integrado de equipos para bañeras terapéuticas o tanque hidroterapéuticos. Unidad integrada prefabricada consistente en equipos para la recirculación y calefacción del agua, con sus equipos de control, montados en una base común, proyectado para funcionar en una bañera terapéutica o en un tanque hidroterapéutico. El equipo puede incluir bombas, ventiladores, calefactores, luces, controles, higienizadores, etc.

Equipo estacionario. Equipo que no se puede mover fácilmente de un lugar a otro en uso normal.

Equipo fijo. Equipo que está sujeto o asegurado con otro medio en un lugar específico.

Equipo portátil. Equipo que es realmente movido o que puede ser fácilmente movido de un lugar a otro durante el uso normal.

Fuente. Fuentes, piscinas decorativas, piscinas de exhibición, y espejos de agua. Esta definición no incluye los surtidores de agua.

Fuentes y espejos de agua decorativos de instalación permanente. Los construidos sobre el suelo o enterrados, o dentro de un edificio, de modo que no se puedan desmontar fácilmente para almacenarlos ya sea que tengan o no circuitos eléctricos de cualquier naturaleza. Son unidades construidas con fines primordialmente estéticos y no de natación o recreo.

Luminaria de nicho mojado. Luminaria proyectada para instalarse en un casco formado montado dentro de la estructura de una piscina o fuente, quedando la luminaria rodeada completamente por agua.

Luminaria de nicho seco. Luminaria proyectada para instalarse en la pared de una piscina o fuente, dentro de un nicho sellado contra la entrada del agua de la piscina.

Luminaria sin nicho. Luminaria proyectada para instalarse sobre o bajo el agua, sin necesidad de nicho.

Nivel máximo de agua. Nivel más alto que el agua puede alcanzar antes de derramarse.

Piscina. Equipo fabricado o construido en campo, diseñado para contener agua permanente o semipermanentemente y que se usa como piscinas para natación, recreativas, inmersión o terapéuticas.

Piscina de natación almacenable, de inmersión o recreativa. Piscina construida sobre el suelo, que puede contener agua hasta una altura máxima de 1.0 m (42 pulgadas), o una piscina con paredes no metálicas, con paredes de polímeros moldeados o paredes de telas inflables, sin importar sus dimensiones.

Piscina de natación, recreativa, de inmersión y terapéutica de instalación permanente. Piscina construida total o parcialmente en el suelo y todas las demás que pueden contener agua a una profundidad mayor a 1.0 m (42 pulgadas), y todas las piscinas instaladas dentro de un edificio, sin importar la profundidad del agua y alimentadas o no por circuitos eléctricos de cualquier naturaleza.

Spa o bañera térmica. Bañera o piscina de hidromasaje para uso recreativo o terapéutico, no ubicadas en instituciones de cuidado de la salud, diseñada para la inmersión de los usuarios y que suele tener un filtro, un calefactor y un ventilador accionado a motor. Se puede instalar en el interior o el exterior, sobre el suelo o estructura de soporte, dentro del suelo o en una estructura de soporte. Este tipo de bañeras no está diseñado, en general, para drenarlos o vaciarlos después de cada uso.

Spa o bañera térmica de construcción integral. Unidad prefabricada que consta de un recipiente de spa o bañera térmica con todo el equipo de circulación del agua, calefacción y control como parte integral de la unidad. El equipo puede incluir bombas, ventiladores, calefactores, luces, controles,

higienizadores, etc.

680.3 Otros artículos. Con excepción de lo modificado por este artículo, el alambrado y el equipo dentro o junto a piscinas y fuentes deben cumplir con otras disposiciones aplicables de este Código, incluyendo aquellas disposiciones identificadas en la Tabla 680.3.

Tabla 680.3 Otros artículos

Tema	**Sección o artículo**
Alambrado	Capítulos 1 a 4
Soporte de la caja de empalme	314.23
Conduit rígido de cloruro de polivinilo (tipo PVC)	352.12
Conduit de resina termofija reforzada (tipo RTRC)	355.12
Equipo de audio Junto a piscinas y fuentes Parlantes subacuáticos*	Artículo 640, Partes I y II 640.10

*Los altoparlantes subacuáticos se deben instalar de acuerdo con la sección 680.27 (A).

680.4 Aprobación de los equipos. Todos los equipos eléctricos instalados en el agua, las paredes o plataformas de las piscinas, fuentes e instalaciones similares, deben cumplir las disposiciones de este artículo.

680.5 Interruptores de circuito contra fallas a tierra. Los interruptores de circuito contra fallas a tierra (GFCI) deben ser unidades de construcción integral del tipo interruptor automático o receptáculo u otros tipos listados.

680.6 Puesta a tierra. El equipo eléctrico debe estar puesto a tierra de acuerdo con las Parte V, VI y VII del Artículo 250 y conectados mediante los métodos de alambrado del Capítulo 3, excepto lo modificado por este artículo. Los siguientes equipos deben ser puestos a tierra:

(1) Ensambles de alumbrado a través de paredes y luminarias subacuáticas, diferentes de aquellos productos de alumbrado de baja tensión listados para la aplicación sin un conductor de puesta a tierra.

(2) Todo equipo eléctrico ubicado a una distancia máxima de 1.5 m (5 pies) de la pared interior del cuerpo de agua especificado.

(3) Todo equipo eléctrico asociado con el sistema de recirculación del cuerpo de agua especificado.

(4) Cajas de empalme.

(5) Gabinetes de transformadores.

(6) Interruptores de circuito contra fallas a tierra.

(7) Paneles de distribución que no forman parte del equipo de acometida y que alimentan cualquier equipo eléctrico asociado con el cuerpo de agua especificado.

680.7 Equipo conectado con cordón y clavija. Se permitirá que el equipo fijo o estacionario, diferentes de las luminarias subacuáticas, para una piscina instalada permanentemente se conecte con un cordón flexible y clavija para facilitar la remoción o desconexión con fines de mantenimiento o reparación.

(A) Longitud. En las piscinas que no sean almacenables, el cordón flexible no debe tener más de 900 mm (3 pies) de longitud.

(B) Puesta a tierra de equipos. El cordón flexible debe tener un conductor de puesta a tierra de equipos, de cobre y dimensionado de acuerdo con la sección 250.122 pero de calibre mínimo del 12 AWG. El cordón debe terminar en una clavija de conexión del tipo con polo a tierra.

(C) Construcción. Los conductores de puesta de equipos deben estar conectados a una parte metálica fija del ensamble. La parte removible se debe montar sobre la parte metálica flexible o se debe unir a ella.

680.8 Distancias de los conductores aéreos. Los conductores aéreos deben cumplir con los requisitos de distancia de esta sección. Cuando se proporciona una distancia mínima desde el nivel del agua, la medición se debe tomar desde el nivel máximo de agua del cuerpo de agua especificado.

(A) Fuerza. Con respecto a los conductores de acometida aérea y del alambrado aéreo a la vista, las piscinas de natación e instalaciones similares deben cumplir con la distancia mínima que se establece en la Tabla 680.8 y se ilustra en la Figura 680.8.

> **Nota**: El alambrado aéreo a la vista, tal como se usa en este artículo, por lo general se refiere al conductor o conductores que no están en una canalización encerrada.

(B) Sistemas de comunicaciones. Los cables coaxiales de comunicaciones, radio y televisión dentro del alcance de los Artículos 800 hasta 820 se permitirán a una altura mínima de 3.0 m (10 pies) por encima de las piscinas de natación y recreativas, estructuras de trampolines y torres o plataformas de observación.

(C) Sistemas de comunicaciones de banda ancha accionadas por red. Las distancias mínimas para los conductores aéreos de sistemas de comunicaciones de banda ancha accionadas por red con respecto a las piscinas o fuentes deben cumplir con las disposiciones de la Tabla 680.8 para conductores que funcionan de 0 a 750 voltios a tierra.

Tabla 680.8. Distancias para conductores aéreos

Parámetros de la distancia		Cables aislados de 0 a 750 voltios a tierra, soportados y tendidos con un cable mensajero desnudo sólidamente puesto a tierra o un conductor del neutro puesto a tierra sólidamente		Tensión a tierra de todos los demás conductores			
				0 hasta 15 kV		Más de 15 hasta 50 kV	
		m	pies	m	pies	m	pies
A	Distancia en cualquier dirección hasta el nivel del agua, borde de la superficie del agua, base del trampolín o balsa flotante anclada permanentemente	6.9	22.5	7.5	25	8	27
B	Distancia en cualquier dirección hasta la torre o plataforma de observación, o hasta el trampolín.	4.4	14.5	5.2	17	5.5	18
C	Límite horizontal de la distancia medido desde la pared interior de la piscina	Este límite se debe prolongar hasta el borde exterior de las estructuras listadas en los literales A y B de esta tabla pero no a menos de 3 m (10 pies)					

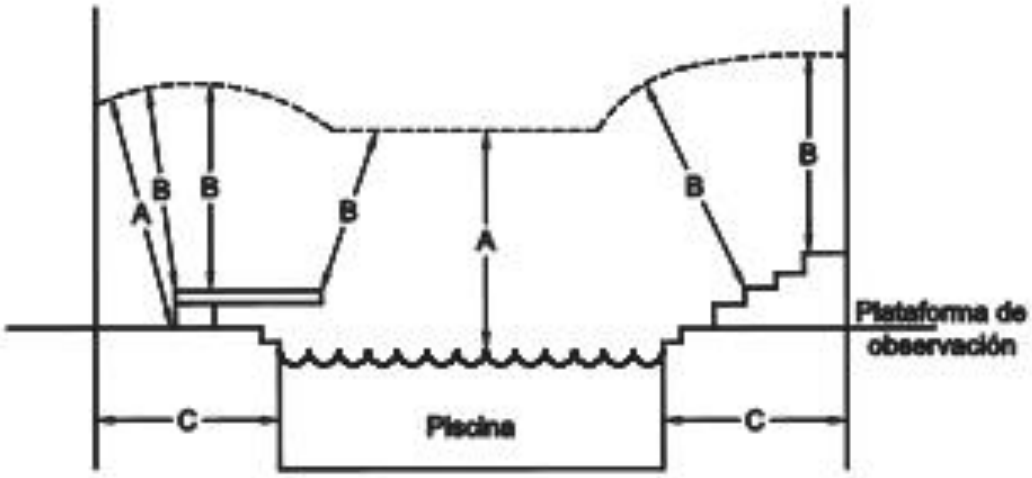


Figura 680.8 Distancias desde las estructuras de la piscina

680.9 Calentadores eléctricos de agua para piscinas. Todos los calentadores eléctricos de agua para piscinas deben tener sus elementos de calefacción subdivididos en cargas que no

pasen de 48 amperios y protegidos a máximo 60 amperios. La ampacidad de los conductores del circuito ramal y la corriente nominal o de ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no deben ser menores al 125 por ciento de la carga total nominal por placa de características.

680.10 Ubicación del alambrado subterráneo. No se permitirá que haya alambrado subterráneo bajo las piscinas ni dentro de un área que se extiende hasta 1.5 m (5 pies) horizontalmente desde las paredes interiores de la piscina, a menos que este alambrado sea necesario para alimentar los equipos de la piscina permitidos por este artículo. Cuando la falta de espacio no permita encaminar el alambrado a 1.5 m (5 pies) o más de las paredes de la piscina, se permitirá que dicho alambrado se instale en sistemas de canalización completa de conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio o en un sistema de canalización no metálico. Todos los conduit metálicos deben ser resistentes a la corrosión y adecuados para su instalación en ese lugar. La profundidad mínima del recubrimiento debe ser la que se indica en la Tabla 680.10.

Tabla 680.10 Profundidad mínima del recubrimiento

Método de alambrado	Recubrimiento mínimo	
	mm	pulgada
En conduit metálico rígido	150	6
En conduit metálico intermedio	150	6
En una canalización no metálica listada para enterrarla directamente sin recubrimiento de concreto	450	18
Otras canalizaciones aprobadas*	450	18

* Las canalizaciones aprobadas para enterrarlas sólo cuando están recubiertas de concreto requieren una envoltura de concreto de un espesor no menor a 50 mm (2 pulgadas).

680.11 Cuartos y fosos de equipos. No se deben instalar equipos eléctricos en cuartos o fosos que no tengan un drenaje adecuado que impida la acumulación de agua durante el funcionamiento normal o mantenimiento de los filtros.

680.12 Medios de desconexión para mantenimiento. Se debe proporcionar uno o más medios que desconecten simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra para todo equipo de utilización diferente al de alumbrado. Cada medio debe ser fácilmente accesible, estar ubicado al alcance de la vista desde su equipo y se debe ubicar a una distancia como mínimo de 1.5 m (5 pies) horizontalmente desde las paredes interiores de la piscina, spa o bañera térmica, a menos que esté separado del cuerpo de agua por una barrera instalada permanentemente que brinde una trayectoria de alcance de 1.5 m (5 pies) o más. Esta distancia horizontal se debe medir desde el borde del agua a lo largo de la trayectoria más corta exigida para alcanzar un desconectivo.

II. Piscinas instaladas permanentemente

680.20 Generalidades. Las instalaciones eléctricas en piscinas instaladas permanentemente deben

cumplir con las disposiciones de la Parte I y de la Parte II de este artículo.

680.21 Motores.

(A) Métodos de alambrado. El alambrado para un motor de piscina debe cumplir lo indicado en (A) (1), a menos que sea modificado para circunstancias específicas por (A) (2), (A) (3), (A) (4) o (A) (5).

(1) Generalidades. Los circuitos ramales para motores asociados con piscinas se deben instalar en conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit rígido de cloruro de polivinilo, conduit de resina termofija reforzada o cable del tipo MC listado para el lugar. Se permitirán otros materiales y métodos de alambrado en aplicaciones o lugares específicos según se trata en esta sección. Todo método de alambrado utilizado debe tener un conductor de puesta a tierra de equipos de cobre, aislado, dimensionado de acuerdo con la sección 250.122, pero con calibre mínimo del 12 AWG.

(2) Sobre o dentro del edificio. Se permitirá usar tubería eléctrica metálica si se instala sobre o dentro de los edificios.

(3) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles en o junto al motor, se permitirá usar conduit metálico flexible hermético a los líquidos o conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados.

(4) Unidades unifamiliares. En el interior de unidades de vivienda o en el interior de edificios accesorios asociados con una unidad de vivienda, se permitirá cualquiera de los métodos de alambrado reconocidos en el Capítulo 3 de este Código, que cumpla con las disposiciones de esta sección. Cuando va tendido en un ensamble de cables, se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos no sea aislado, pero debe estar encerrado dentro del recubrimiento externo del ensamble de cables.

(5) Equipos conectados con cordón y clavija. Se permitirá que los motores asociados a piscinas utilicen conexiones con cordón y clavija. El cordón flexible no debe exceder de 900 mm (3 pies) de longitud. El cordón flexible debe incluir un conductor de puesta a tierra de equipos dimensionado de acuerdo con la sección 250.122 y debe terminar en una clavija de conexión con polo a tierra.

(B) Bombas con doble aislamiento para piscinas. Una bomba para piscinas, listada, conectada con cordón y clavija, que incorpore un sistema aprobado de doble aislamiento que proporcione un medio para puesta a tierra únicamente de las partes metálicas no portadoras de corriente, internas y no accesibles de la bomba se debe conectar a cualquier método de alambrado reconocido en el Capítulo 3 que sea adecuado para el lugar. Cuando la rejilla de unión está conectada al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito del motor, de acuerdo con el segundo párrafo de la sección 680.26 (B) (4), el alambrado del circuito ramal debe cumplir con la sección 680.21 (A).

680.22 Alumbrado de área, receptáculos y equipos

(A) Receptáculos

(1) Ubicación del sistema de circulación e higienización. Los receptáculos que alimentan motores de bombas de agua, u otras cargas directamente relacionadas con el sistema de circulación e higienización, deben estar ubicadas a una distancia mínima de 3.0 m (10 pies) desde las paredes interiores de la piscina o mínimo a 1.83 m (6 pies) desde las paredes interiores de la piscina si

cumplen todas las siguientes condiciones:

(1) Constan de receptáculos sencillos.
(2) Emplean una configuración de seguridad.
(3) Son del tipo con puesta a tierra.
(4) Tienen protección con GFCI.

(2) Ubicación de otros receptáculos. Otros receptáculos deben estar a no menos de y 1.83 m (6 pies) desde las paredes interiores de la piscina.

(3) Unidad(es) de vivienda. Cuando haya una piscina instalada permanentemente en una(s) unidad(es) de vivienda, debe haber por lo menos un receptáculo de 125 voltios de 15 ó 20 amperios en un circuito ramal de uso general, ubicado como mínimo a 1.83 m (6 pies) desde las paredes interiores de la piscina, pero máximo a 6.0 m (20 pies) de la pared interior de la piscina. Este receptáculo debe estar ubicado a no más de 2.0 m (6 pies con 6 pulgadas) de altura sobre el nivel del suelo o de la plataforma de acceso a la piscina.

(4) Protección con GFCI. Todos los receptáculos monofásicos, de 15 y 20 amperios, 125 voltios, ubicados a una distancia máxima de 6.0 m (20 pies) de las paredes interiores de la piscina deben estar protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

(5) Mediciones. Para determinar las dimensiones en esta sección con respecto a la separación de los receptáculos, la distancia que se debe medir debe ser la trayectoria más corta que seguiría el cordón de alimentación de un artefacto conectado al receptáculo sin perforar el piso, la pared, el cielo raso, los claros de las puertas con bisagras o deslizantes, las aberturas de ventanas u otras barreras eficaces permanentes.

(B) Protección con GFCI. Las salidas que alimentan a los motores de las bombas de las piscinas desde circuitos ramales con protección contra fallas a tierra y cortocircuito con valor nominal de 15 ó 20 amperios, monofásicas de 125 voltios o 240 voltios, sea con conexión con receptáculo o directa, deben tener protección para el personal con un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

(C) Salidas para alumbrado, luminarias y ventiladores de techo (de aspas)

(1) Distancias para instalaciones nuevas en exteriores. En las áreas de piscinas exteriores, las salidas para alumbrado, luminarias y los ventiladores de techo (de aspas) sobre las piscinas o sobre el área que se extiende 1.5 m (5 pies) horizontalmente desde las paredes interiores de la piscina, deben estar instalados a una altura mínima de 3.7 m (12 pies) por encima del nivel máximo de agua de la piscina.

(2) Distancias en interiores. Para instalaciones en áreas de piscinas interiores, las distancias deben ser las mismas que para piscinas exteriores, a menos que este párrafo las modifique. Si el circuito ramal que alimenta al equipo está protegido por un interruptor de circuito contra fallas a tierra, se permitirá usar los siguientes equipos a una altura mínima de 2.3 m (7 pies 6 pulgadas) por encima del nivel máximo del agua de la piscina:

(1) Luminarias totalmente encerradas.
(2) Ventiladores de techo (de aspas) identificados para uso por debajo de las

estructuras del cielo raso como las de los porches o los patios.

(3) Instalaciones existentes. Las luminarias y salidas de alumbrado existentes ubicadas a menos de 1.5 m (5 pies) medidos horizontalmente desde las paredes interiores de la piscina deben estar a no menos de 1.5 m (5 pies) por encima de la superficie del nivel máximo del agua, deben estar unidas rígidamente a la estructura existente y protegidas con un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

(4) Protección con GFCI en las áreas adyacentes. Las luminarias, salidas de alumbrado y ventiladores de techo (de aspas) instalados en el área que se prolonga entre 1.5 m (5 pies) y 3.0 m (10 pies) horizontalmente desde las paredes interiores de una piscina deben estar protegidas por un interruptor de circuito contra fallas a tierra, a menos que se instalen a una distancia mínima de 1.5 m (5 pies) por encima del nivel máximo del agua y estén unidos de forma rígida a la estructura adyacente a o que encierre la piscina.

(5) Luminarias conectadas con cordón y clavija. Las luminarias conectadas con cordón y clavija deben cumplir con los requisitos de la sección 680.7 cuando se instalan a una distancia máxima de 4.9 m (16 pies) de cualquier punto sobre la superficie del agua, medidos radialmente.

(D) Dispositivos de interrupción. Los dispositivos de interrupción deben estar ubicados como mínimo a una distancia horizontal de 1.5 m (5 pies) de las paredes interiores de la piscina, a menos que estén separados de ella por una valla sólida, pared u otra barrera permanente. Como alternativa, se permitirá un interruptor listado como aceptable para usar a una distancia máxima de 1.5 m (5 pies).

(E) Otras salidas. Otras salidas no deben estar a menos de 3.0 m (10 pies) desde las paredes interiores de la piscina. Las mediciones se deben determinar de acuerdo con la sección 680.22 (A) (5).

NOTA: En otras salidas se pueden incluir, pero no se limitan a, circuitos de control remoto, señalización, alarma contra incendio y comunicaciones.

680.23 Luminarias subacuáticas. Esta sección trata de las luminarias instaladas por debajo del nivel normal del agua de la piscina.

(A) Generalidades.

(1) Diseño de la luminaria para funcionamiento normal. El diseño de una luminaria subacuática alimentada por un circuito ramal, ya sea directamente o a través de un transformador que cumpla los requisitos de esta sección debe ser tal que, cuando la luminaria esté debidamente instalada sin un interruptor de circuito contra fallas a tierra, no haya riesgo de descarga eléctrica con cualquier combinación probable de condiciones de falla durante su uso normal (se exceptúa el cambio de lámparas).

(2) Transformadores. Los transformadores usados para alimentar luminarias subacuáticas, junto con el gabinete del transformador, deben estar listados como transformadores para piscina de natación o spa. El transformador debe ser del tipo de devanados separados con un secundario no puesto a tierra que tenga una barrera metálica puesta a tierra entre los devanados del primario y del secundario.

(3) Protección con GFCI para el cambio de lámparas. Se debe instalar un interruptor de circuito contra fallas a tierra en el circuito ramal que alimenta las luminarias que funcionan a más de 15 voltios, de modo que no haya riesgo de choque eléctrico durante el cambio de las lámparas. La instalación del interruptor de circuito contra fallas a tierra debe ser tal que no exista riesgo de choque eléctrico con cualquier combinación probable de condiciones de falla que involucre a una persona en una trayectoria conductora desde cualquier parte no puesta a tierra del circuito ramal o de la luminaria hasta tierra.

(4) Limitación de tensión. No se deben instalar luminarias que funcionen conectados a circuitos de más de 150 voltios entre conductores.

(5) Ubicación de las luminarias montadas en la pared. Las luminarias montadas en las paredes se deben instalar de modo que la parte superior de su lente quede como mínimo a 450 mm (18 pulgadas) por debajo del nivel normal del agua de la piscina, a menos que la luminaria esté listada e identificada para uso a menores profundidades. No se permitirá instalar ninguna luminaria a menos de 100 mm (4 pulgadas) por debajo del nivel normal del agua de la piscina.

(6) Luminarias montadas en el fondo. Las luminarias instaladas orientadas hacia arriba deben cumplir lo indicado en los numerales (1) o (2):

(1) La lente debe estar debidamente resguardada para prevenir cualquier contacto con las personas.
(2) Deben estar listadas para uso sin resguardo.

(7) Dependencia de la inmersión. Las luminarias que sólo funcionan con seguridad cuando están sumergidas deben protegerse de forma inherente contra los riesgos del sobrecalentamiento cuando no están sumergidas.

(8) Conformidad. La conformidad con estos requisitos se debe lograr mediante el uso de luminarias subacuáticas listadas y la instalación de un interruptor de circuito contra fallas a tierra listado en el circuito ramal o un transformador listado para luminarias que funcionan a no más de 15 voltios.

(B) Luminarias de nicho mojado.

(1) Cascos formados. Para el montaje de todas las luminarias subacuáticas del tipo de nicho mojado se deben instalar cascos moldeados que deben tener las previsiones para la entrada de los conduit. Las partes metálicas de la luminaria y del casco formado que están en contacto con el agua de la piscina deben ser de bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión. Todos los cascos formados usados con sistemas de conduit no metálico, diferentes de aquellos que forman parte de un sistema de alumbrado listado de baja tensión que no requiere de puesta a tierra, deben incluir medios para la terminación de un conductor de cobre de calibre 8 AWG.

(2) Alambrado que se prolonga directamente hasta el casco formado. El conduit se debe instalar desde el casco formado hasta una caja de empalmes u otro gabinete conforme a los requisitos de la sección 680.24. El conduit debe ser metálico rígido, metálico intermedio, no metálico flexible hermético a los líquidos o no metálico rígido.

(a) Conduit metálico. El conduit metálico debe estar aprobado y debe ser de bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión.

(b) Conduit no metálico. Cuando se use conduit no metálico, en este conduit se debe instalar un puente de unión, de cobre trenzado o sólido, aislado y de calibre 8 AWG, a menos que se use de un sistema de alumbrado listado de baja tensión que no requiere de puesta a tierra. El puente de unión debe terminar en el casco formado, en la caja de empalmes o en el gabinete del transformador o del interruptor de circuito contra fallas a tierra. La terminación del puente de unión del 8 AWG en el casco formado se debe encapsular o cubrir con un compuesto de revestimiento listado que proteja la conexión de los posibles efectos deteriorantes del agua de la piscina.

(3) Disposiciones para la puesta a tierra de equipos de los cordones. Las luminarias de nicho mojado alimentados por un cordón o cable flexible deben tener todas sus partes metálicas expuestas, no portadoras de corriente puestas a tierra mediante un conductor de puesta a tierra de equipos de cobre y aislado que forme parte integral del cordón o del cable. Este conductor de puesta a tierra se debe conectar a un terminal de puesta a tierra en la caja de empalmes de la alimentación, el gabinete del transformador u otro envolvente. El conductor de puesta a tierra no debe tener un calibre inferior al de los conductores de alimentación y no debe ser inferior al 16 AWG.

(4) Terminaciones de puesta a tierra de las luminarias. El extremo de la chaqueta del cordón flexible y las terminaciones del conductor del cordón flexible dentro de una luminaria deben estar cubiertos o encapsulados con un compuesto de revestimiento adecuado para prevenir la entrada de agua en la luminaria a través del cordón o de sus conductores. Además, la conexión de puesta a tierra dentro de una luminaria se debe tratar de manera similar para proteger dicha conexión contra el efecto deteriorante del agua de la piscina en el caso de que entre agua en la luminaria.

(5) Unión de la luminaria. La luminaria se debe fijar y unir al casco formado mediante un dispositivo de bloqueo positivo que asegure un contacto de baja resistencia y que haga necesario el uso de una herramienta para separar la luminaria del casco formado. No se exigirá unión en luminarias listadas para esta aplicación, que no tengan partes metálicas no portadoras de corriente.

(6) Mantenimiento. Todas las luminarias de nicho mojado se deben retirar del agua para su inspección, cambio de lámparas u otro mantenimiento. La ubicación del casco formado y la longitud del cordón en dicho casco deben permitir que el personal coloque la luminaria retirada sobre la plataforma u otro lugar seco para realizar el mantenimiento. El lugar para el mantenimiento de la luminaria debe ser accesible sin entrar o estar en el agua de la piscina.

(C) Luminarias de nicho seco.

(1) Construcción. Una luminaria de nicho seco debe tener un medio para drenar el agua y otro para conectar un conductor de puesta a tierra de equipos por cada entrada de conduit.

(2) Caja de empalme. No se exigirá una caja de empalme, pero si se usa, no se exigirá que esté elevada ni ubicada tal como se especifica en la sección 680.24 (A) (2), si la luminaria está específicamente identificada para ese propósito.

(D) Luminarias sin nicho. Una luminaria sin nicho debe cumplir con los requisitos de construcción de la sección 680.23 (B) (3) y se debe instalar de acuerdo con los requisitos de la sección 680.23 (B). Cuando se especifica una conexión con un casco moldeado, la conexión se debe hacer al soporte de

montaje.

(E) Conjunto de alumbrado a través de la pared. Un conjunto de alumbrado a través de la pared debe estar equipado con una entrada o un acople roscados, o a un acople no metálico con el fin de acomodar la terminación del conduit de alimentación. El conjunto de alumbrado a través de la pared debe cumplir con los requisitos de construcción de la sección 680.23 (B) (3) y se debe instalar de acuerdo con los requisitos de la sección 680.23 (B). Cuando se especifica una conexión con un casco formado, la conexión se debe hacer al punto de terminación del conduit.

(F) Alambrado del circuito ramal.

(1) Métodos de alambrado. El alambrado del circuito ramal en el lado de la alimentación de los gabinetes y cajas de empalme conectados a los conduits tendidos hasta luminarias de nicho mojado y luminarias sin nicho, y los compartimientos del alambrado de campo de las luminarias de nicho seco se deben instalar usando conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, conduit rígido de cloruro de polivinilo o conduit de resina termofija reforzada. Se permitirá instalar tubería metálica eléctrica en los edificios y cuando se instale dentro de los edificios, se permitirá usar tubería no metálica eléctrica, cable del tipo MC, tubería metálica eléctrica o cable del tipo AC. En todos los casos, se exigirá un conductor de puesta a tierra de equipos, aislado, dimensionado de acuerdo con la Tabla 250.122, pero no debe ser inferior al calibre 12 AWG.

> *Excepción: Se permitirá usar conduit metálico flexible hermético a los líquidos o conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, cuando se conecten a los transformadores para las luces de la piscina. La longitud no debe exceder los 1.8 m (6 pies) para ningún tramo ni exceder los 3.0 m (10 pies) de longitud total utilizada. Se permitirá usar conduit no metálico flexible hermético a los líquidos del tipo B (LFNC-B) en longitudes superiores a 1.8 m (6 pies).*

(2) Puesta a tierra de equipos. Los conjuntos de alumbrado a través de la pared, las luminarias de nicho mojado, de nicho seco o sin nicho se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos de cobre aislado instalado con los conductores del circuito. El conductor de puesta a tierra de equipos se debe instalar sin empalmes ni derivaciones, excepto lo permitido en (F) (2) (a) y (F) (2) (b). El conductor de puesta a tierra de equipos se debe dimensionar de acuerdo con la Tabla 250.122, pero su calibre no debe ser inferior al 12 AWG.

> *Excepción: El conductor de puesta a tierra de equipos entre la cámara de alambrado del devanado del secundario de un transformador y una caja de empalme, se debe dimensionar de acuerdo con el dispositivo de protección contra sobrecorriente en este circuito.*

(a) Si más de una luminaria subacuática están alimentadas por el mismo circuito ramal, se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos, instalado entre las cajas de empalme, los envolventes *(enclosures)* de los transformadores u otros gabinetes en el circuito de alimentación a las luminarias de nicho mojado, o entre los compartimientos del alambrado de campo de las luminarias de nicho seco, termine en los terminales de puesta a tierra.

(b) Si la luminaria subacuática está alimentada por un transformador, un interruptor de circuito contra

fallas a tierra, un interruptor operado por reloj o un interruptor manual de acción rápida localizado entre el panel de distribución y una caja de empalme conectada al conduit que se prolonga directamente hasta la luminaria subacuática, se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos termine en los terminales de puesta a tierra del transformador, el interruptor de circuito contra fallas a tierra, el gabinete del interruptor operado por reloj o una caja de salida utilizada para encerrar un interruptor de acción rápida.

(3) Conductores. Los conductores en el lado de carga de un interruptor de circuito contra fallas a tierra o de un transformador, usados para cumplir las disposiciones de la sección 680.23 (A) (8), no deben ocupar canalizaciones, cajas ni gabinetes que contengan otros conductores, a menos que se aplique una de las siguientes condiciones:

(1) Los otros conductores están protegidos por interruptores de circuito contra fallas a tierra.

(2) Los otros conductores sean de puesta a tierra.

(3) Los otros conductores sean de alimentación para un interruptor de circuito contra fallas a tierra del tipo pasante.

(4) Se permitirán interruptores de circuito contra fallas a tierra en un panel de distribución que contenga circuitos protegidos por otros interruptores diferentes de los interruptores de circuito contra fallas a tierra.

680.24 Cajas de empalmes y gabinetes eléctricos para transformadores o interruptores de circuito contra fallas a tierra.

(A) Cajas de empalme. Una caja de empalmes conectada a un conduit que prolongue directamente hasta un casco moldeado o soporte de montaje de una luminaria sin nicho, debe cumplir los requisitos de esta sección.

(1) Construcción. La caja de empalmes debe estar listada como caja de empalmes para piscinas de natación y debe cumplir con las siguientes condiciones:

(1) Estar equipada con entradas o acoples roscados o con un acople no metálico.

(2) Ser de cobre, bronce, plástico adecuado u otro material aprobado resistente a la corrosión.

(3) Ofrecer continuidad eléctrica entre cada conduit metálico conectado y los terminales de puesta a tierra, mediante conexiones de cobre, bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión que forme parte integral de la caja.

(2) Instalación. Cuando la luminaria funciona a más de 15 voltios, la ubicación de la caja de empalmes debe cumplir con (A) (2) (a) y (A) (2) (b). Cuando la luminaria funciona a 15 voltios o menos, se permitirá que la ubicación de la caja de empalmes cumpla con (A) (2) (c).

(a) Separación vertical. La caja de empalmes debe estar ubicada a no menos de

100 mm (4 pulgadas), medidos desde el interior de la parte inferior de la caja, sobre el nivel del suelo o de la plataforma de la piscina, o a una distancia no menor a 200 mm (8 pulgadas) sobre el nivel máximo del agua de la piscina, de las dos la que brinde mayor elevación.

(b) Separación horizontal. La caja de empalmes debe estar ubicada a no menos de 1.2 m (4 pies) desde la pared interior de la piscina, a menos que esté separada de ella por una valla sólida, pared u otra barrera permanente.

(c) Caja a nivel con la plataforma. Se permitirá usar una caja a nivel con la plataforma de la piscina si se utiliza en un sistema de alumbrado que funciona a 15 voltios o menos, y se aplican las dos condiciones siguientes:

(1) Se emplea un compuesto de relleno para llenar la caja con el fin de evitar el ingreso de humedad.

(2) La caja a nivel con la plataforma está ubicada como mínimo a 1.2 m (4 pies) de la pared interior de la piscina.

(B) Otros gabinetes. Los gabinetes para transformadores, interruptores de circuito contra fallas a tierra, o un dispositivo similar conectado a un conduit que se extienda directamente hasta el casco formado o al soporte de montaje de una luminaria sin nicho, deben cumplir los requisitos de esta sección.

(1) Construcción. El gabinete debe estar listado y etiquetado para el propósito y cumplir los siguientes requisitos:

(1) Estar equipados con entradas o bujes roscados o con un buje no metálico.

(2) Ser de cobre, bronce, plástico adecuado u otro material aprobado resistente a la corrosión.

(3) Tener un sello aprobado, tal como un sello de ducto en la conexión del conduit que prevenga la circulación de aire entre el conduit y los gabinetes.

(4) Ofrecer continuidad eléctrica entre cada conduit metálico conectado y los terminales de puesta a tierra, mediante conexiones de cobre, bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión que forme parte integral de la caja.

(2) Instalación.

(a) Separación vertical. El gabinete debe estar ubicado a no menos de 100 mm (4 pulgadas), medidos desde el interior de la parte inferior de la caja, sobre el nivel del suelo o de la plataforma de la piscina, o a una distancia no menor a 200 mm (8 pulgadas) sobre el nivel máximo del agua de la piscina, de las dos la que brinde mayor elevación.

(b) Separación horizontal. El gabinete debe estar ubicado a no menos de 1.2 m (4 pies) desde la pared interior de la piscina, a menos que esté separada de ella por

una valla sólida, pared u otra barrera permanente.

(C) Protección. Las cajas de empalmes y los gabinetes montados sobre el nivel de la pasarela acabada que rodea la piscina, no deben estar ubicados en dicha pasarela, excepto si están dotados de una protección adicional, como por ejemplo si están ubicados bajo la estructura del trampolín, adyacentes a estructuras fijas y en lugares similares.

(D) Terminales de puesta a tierra. Las cajas de empalmes, los gabinetes de transformadores y los gabinetes de interruptores de circuito contra fallas a tierra, que estén conectados a un conduit que se extienda directamente hasta el casco formado o al soporte de montaje de una luminaria sin nicho, deben tener un número de terminales de puesta a tierra que sea como mínimo el número de entradas de los conduits más uno.

(E) Alivio de la tensión mecánica. Las terminaciones de los cables flexibles de las luminarias subacuáticas en las cajas de empalmes, gabinetes de los transformadores, de los interruptores de circuito contra fallas a tierra u otros gabinetes, deben estar equipadas de algún mecanismo de alivio de la tensión mecánica.

(F) Puesta a tierra. Los terminales del conductor de puesta a tierra de equipos de una caja de empalmes, un gabinete de transformador u otro gabinete en el circuito de alimentación a una luminaria de nicho mojado o sin nicho y la cámara de alambrado en campo de una luminaria de nicho seco se deben conectar al terminal de puesta a tierra de equipos del panel de distribución. Este terminal se debe conectar directamente al gabinete del panel de distribución.

680.25 Alimentadores. Estas disposiciones se deben aplicar a cualquier alimentador en el lado de la alimentación de los paneles de distribución que alimentan los circuitos ramales para el equipo de la piscina del que trata la Parte II de este artículo y en el lado de carga del equipo de acometida o la fuente de un sistema derivado separadamente.

(A) Métodos de alambrado. Los alimentadores se deben instalar en conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, conduit rígido de cloruro de polivinilo o conduit de resina termofija reforzada. Se permitirá usar tubería metálica eléctrica cuando esté instalada sobre o dentro de un edificio, y se permitirá usar tubería eléctrica no metálica cuando esté instalada dentro de un edificio. No se permitirá el conduit de aluminio en el área de la piscina donde esté sujeto a la corrosión.

Excepción: Se permitirá que un alimentador existente entre un panel de distribución remoto existente y el equipo de acometida esté tendido en conduit metálico flexible o en un ensamble aprobado de cables que incluya un conductor de puesta a tierra de equipos dentro de su recubrimiento exterior. El conductor de puesta a tierra de equipos debe cumplir con la sección 250.24 (A) (5).

(B) Puesta a tierra. Se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos con los conductores del alimentador, entre el terminal de puesta a tierra del panel de distribución del equipo de la piscina y el terminal de puesta a tierra del equipo de acometida aplicable o la fuente de un sistema derivado separadamente. Este conductor de puesta a tierra de equipos debe ser aislado para los alimentadores diferentes de (1) los alimentadores existentes tratados en la sección 680.25 (A), Excepción, y (2) los alimentadores para edificios separados que no utilizan un conductor de puesta a tierra de equipos aislado, de acuerdo con la sección 680.25 (B) (2).

(1) Calibre. Este conductor debe ser dimensionado de acuerdo con la sección 250.122, pero no debe ser inferior al 12 AWG. En sistemas derivados separadamente, este conductor se debe dimensionar de acuerdo con la Tabla 250.66, pero no debe ser inferior al 8 AWG.

(2) Edificios separados. Se permitirá usar un alimentador de un edificio o estructura separada para alimentar los circuitos ramales del equipo de la piscina de natación, o los alimentadores que alimenten los circuitos ramales del equipo de la piscina de natación, si las disposiciones de puesta a tierra en el edificio separado cumplen los requisitos de la sección 250.32 (B). Cuando se instalan en alimentadores diferentes a los existentes tratados en la sección 680.25 (A), Excepción, el conductor separado de puesta a tierra de equipos debe ser un conductor aislado.

680.26 Unión equipotencial

(A) Desempeño. La unión equipotencial exigida en esta sección se debe instalar para reducir los gradientes de tensión en el área de la piscina.

(B) Partes unidas. Las partes que se especifican en las secciones 680.26 (B) (1) hasta (B) (7) se deben unir juntas usando conductores sólidos de cobre, aislados, cubiertos o desnudos, de calibre no inferior al 8 AWG o con conduit metálico rígido de bronce u otro metal identificado resistente a la corrosión. Las conexiones a las partes unidas se deben hacer de acuerdo con la sección 250.8. No se exigirá que un conductor de unión del 8 AWG o más grande, de cobre sólido, suministrado para reducir los gradientes de tensión en el área de la piscina se prologue o se una a los paneles de distribución remotos, al equipo de acometida ni a los electrodos.

(**1**) Cascos conductores de la piscina. La unión a los cascos de la piscina se debe hacer como se especifica en las secciones 680.26 (B) (1) o (B) (1) (b). El concreto vertido, el concreto aplicado de forma neumática o rociado y los bloques de concreto con cubiertas pintadas o de yeso se deben considerar materiales conductores debido a la permeabilidad al agua y la porosidad. Las cubiertas de vinilo y los cascos compuestos de fibra de vidrio se deben considerar materiales no conductores.

(a) Acero estructural de refuerzo. El acero estructural de refuerzo no encapsulado se debe unir en conjunto mediante los alambres de acero de amarre o un equivalente. Cuando el acero estructural de refuerzo está encapsulado en un compuesto no conductor, se debe instalar una rejilla conductora de cobre, de acuerdo con la sección 680.26 (B) (1) (b).

(b) Rejilla conductora de cobre. Se debe suministrar una rejilla conductora de cobre que cumpla con las partes (b) (1) hasta (b) (4).

(1) Estar construida de conductores de cobre sólido, desnudos, con calibre mínimo del 8 AWG, unidos entre sí en todos los puntos de cruce.

(2) Seguir el contorno de la piscina y de la plataforma de la piscina.

(3) Estar organizada en una red de conductores de 300 mm (12 pulgadas) por 300 mm (12 pulgadas), en un patrón de rejilla

perpendicular con separaciones uniformes y con una tolerancia de 100 mm (4 pulgadas).

(4) Estar asegurada dentro o bajo la piscina a no más de 150 mm (6 pulgadas) desde el contorno exterior del casco de la piscina.

(**2**) Superficies del perímetro. La superficie del perímetro se debe prolongar 1 m (3 pies) horizontalmente más allá de las paredes interiores de la piscina y debe incluir las superficies sin pavimentar, así como el concreto vertido y otros tipos de pavimento. La unión a las superficies del perímetro se debe hacer como se especifica en las secciones 680.26 (B) (2) (a) o (2) (b) y se debe unir a la rejilla de conductores de cobre o al acero de refuerzo de la piscina por lo menos en cuatro (4) puntos separados uniformemente alrededor del perímetro de la piscina. Para los cascos no conductores de las piscinas, no se exigirá la unión en los cuatro puntos.

(a) Acero estructural de refuerzo. El acero estructural de refuerzo se debe unir de acuerdo con la sección 680.26 (B) (1) (a).

(b) Medios alternativos. Cuando el acero de refuerzo estructural no está disponible o está encapsulado en un compuesto no conductor, se debe utilizar un conductor o conductores de cobre si se cumplen los siguientes requisitos:

(1) Se debe suministrar por lo menos un conductor de cobre sólido, desnudo con calibre mínimo del 8 AWG.

(2) Los conductores deben seguir el contorno de la superficie del perímetro.

(3) Se permitirán únicamente empalmes listados.

(4) El conductor exigido debe estar de 450 a 600 mm (18 a 24 pulgadas) desde las paredes interiores de la piscina. (5) El conductor exigido debe estar sujeto dentro o bajo la superficie del perímetro a 100 a 150 mm (4 a 6 pulgadas) por debajo del subsuelo.

(**3**) Componentes metálicos. Todas las partes metálicas de la estructura de la piscina, incluso los refuerzos metálicos, no tratados en la sección 680.26 (B) (1) (a) se deben unir. Cuando el acero de refuerzo está encapsulado con un compuesto no conductor, no se exigirá que el acero de refuerzo se una.

(**4**) Iluminación subacuática. Todos los cascos formados y soportes de montaje metálicos de las luminarias sin nicho, se deben unir.

Excepción: No se exigirá unión para los sistemas listados de iluminación de baja tensión con cascos formados no metálicos.

(**5**) Accesorios metálicos. Todos los accesorios metálicos dentro o unidos a la estructura de la piscina se deben unir. No se exigirá que las partes separadas que no tengan más de 100 mm (4

pulgadas) en cualquier dimensión y que no penetren la estructura de la piscina más de 25 mm (1 pulgada) estén unidas.

(**6**) Equipo eléctrico. Las partes metálicas del equipo eléctrico asociado con el sistema de circulación de agua de la piscina, incluyendo los motores de las bombas y las partes metálicas del equipo asociado con la cubierta de la piscina, incluyendo los motores eléctricos, se deben unir.

Excepción: Las partes metálicas de los equipos listados que incorporan un sistema aprobado de doble aislamiento no se deben unir.

(a) Motores con doble aislamiento para bombas de agua. Cuando se instala un motor con doble aislamiento para la bomba de agua según las disposiciones de esta sección, un conductor sólido de cobre de calibre 8 AWG de longitud suficiente para hacer la unión a un motor de reemplazo, se debe prolongar desde la rejilla de unión hasta un punto accesible en la cercanía del motor de la bomba de la piscina. Cuando no hay conexión entre la rejilla de unión de la piscina de natación y el sistema de puesta a tierra de equipos para el inmueble, este conductor de unión se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito del motor.

(b) Calentadores para el agua de la piscina. Para los calentadores para el agua de la piscina con valor nominal de más de 50 amperios y con instrucciones específicas con respecto a su puesta a tierra y unión, únicamente las partes designadas para ser unidas se deben unir y únicamente las partes designadas para ser puestas a tierra se deben poner a tierra.

(**7**) Métodos de alambrado metálico y equipos. Los cables y las canalizaciones con recubrimiento metálico, la tubería metálica y las partes metálicas fijas se deben unir.

Excepción No. 1: No se exigirá unión para aquellos separados de la piscina por una barrera permanente.

Excepción No. 2: No se exigirá unión para aquellos mayores a 1.5 m (5 pies) horizontalmente de las paredes interiores de la piscina.

Excepción No. 3: No se exigirá unión para aquellos mayores a 3.7 m (12 pies), medidos verticalmente por encima del máximo nivel de agua de la piscina, o medidos verticalmente por encima de cualquier torre, plataforma o puesto de observación o estructuras de trampolines.

(C) Agua de la piscina. Se debe instalar una unión intencional de un área superficial conductora mínima de 5806 mm^2 (9 $pulgadas^2$) en contacto con el agua de la piscina. Se permitirá que esta unión consista de las partes para las cuales se exige la unión, según la sección 680.26 (B).

680.27 Equipo especializado para piscinas.

(A) Equipo de audio subacuático. Todos los equipos de audio subacuáticos deben estar identificados para ese uso.

(**1**) Altavoces. Cada altavoz debe estar montado en un casco formado metálico aprobado cuyo frente esté encerrado por una pantalla metálica imperdible o elemento equivalente unido y sujeto al casco formado mediante un dispositivo de bloqueo positivo y que asegure un contacto de baja resistencia y requiera el uso de una herramienta para abrir la instalación con el fin de instalar o revisar el altavoz. El casco formado se debe instalar en un nicho de la pared o suelo de la piscina.

(**2**) Métodos de alambrado. Desde el casco formado hasta una caja de empalmes u otro gabinete listado, como especifica la sección 680.24, se debe instalar un conduit metálico rígido de bronce u otro metal identificado resistente a la corrosión o conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (LFNC-B), conduit rígido de cloruro de polivinilo o conduit de resina termofija reforzada. Cuando se utilice conduit rígido de cloruro de polivinilo o conduit de resina termofija reforzada o conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, en éste se debe instalar un puente de unión de calibre 8 AWG aislado, de cobre sólido o trenzado. El puente de unión debe terminar en el casco formado y la caja de empalmes. La terminación del puente de unión del 8 AWG en el casco formado se debe cubrir o encapsular con un compuesto de relleno certificado para proteger dicha conexión de los posibles efectos deteriorantes del agua de la piscina.

(**3**) Casco formado y pantalla metálicos. El casco formado y la pantalla metálicos deben ser de bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión. Todos los cascos formados deben incluir disposiciones para la terminación de un conductor de cobre del 8 AWG.

(B) Cubiertas de piscinas accionadas eléctricamente

(**1**) Motores y controladores. Los motores eléctricos, controladores y el alambrado deben estar instalados a una distancia mínima de 1.5 m (5 pies) de la pared interior de la piscina, a menos que estén separados de ella por una pared, cubierta u otra barrera permanente. Los motores eléctricos instalados bajo el nivel del suelo deben ser del tipo totalmente encerrado. El dispositivo que controla el funcionamiento del motor para una cubierta de piscina accionada eléctricamente se debe ubicar de forma tal que el operario tenga una visualización total de la piscina.

> **NOTA** No. 1: Con respecto a los gabinetes instalados en lugares húmedos y mojados, véase la sección 312.2.
>
> **NOTA** No. 2: Con respecto a los interruptores o interruptores automáticos instalados en lugares mojados, véase la sección 404.4.
>
> **NOTA** No. 3: Con respecto a la protección contra los líquidos, véase la sección 430.11.

(**2**) Protección. Los motores y controladores eléctricos se deben conectar a un circuito protegido por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

(C) Calefacción en el área de la plataforma. Las disposiciones de esta sección se aplican a todas las áreas de la plataforma de la piscina, incluso en las piscinas cubiertas, cuando haya unidades de calefacción operadas eléctricamente instaladas a menos de 6.0 m (20 pies) de la pared interior de la piscina.

(**1**) Unidades calentadoras. Las unidades calentadoras deben estar montados rígidamente a la

estructura y deben ser del tipo totalmente encerrado o resguardado. No se deben montar unidades calentadoras sobre la piscina ni dentro del área que se prolonga hasta 1.5 m (5 pies) horizontalmente desde cualquier pared interior de la piscina.

(**2**) Calentadores de radiadores alambrados permanentemente. Los calentadores eléctricos radiadores deben estar debidamente resguardados y asegurados firmemente a sus dispositivos de montaje. Los calentadores no se deben instalar sobre la piscina ni dentro del área que se prolonga hasta 1.5 m (5 pies) horizontalmente desde las paredes interiores de la piscina y deben estar ubicados como mínimo a 3.7 m (12 pies) verticalmente sobre la plataforma de la piscina, excepto si se aprueba otro tipo de instalación.

(**3**) Prohibición de uso de cable radiador. No se permitirá instalar cable radiador incrustado o debajo de la plataforma de la piscina.

III. Piscinas almacenables

680.30 Generalidades. Las instalaciones eléctricas en piscinas almacenables deben cumplir con las disposiciones de la Parte I y la Parte III de este artículo.

680.31 Bombas. Una bomba para filtro de piscinas conectada con cordón debe incorporar un sistema aprobado de doble aislamiento o su equivalente y además un medio que permita poner a tierra únicamente las partes metálicas internas no portadoras de corriente y no accesibles del artefacto.

El medio de puesta a tierra debe ser un conductor de puesta a tierra de equipos, tendido junto con los conductores de alimentación en el cordón flexible, que debe terminar adecuadamente en una clavija del tipo de puesta a tierra que tenga un miembro de contacto fijo para ese fin.

Las bombas para filtro de la piscina conectadas con cordón deben tener un interruptor de circuito contra fallas a tierra que sea parte integral de la clavija de conexión o que esté en el cordón de alimentación, a una distancia no mayor de 300 mm (12 pulgadas) de la clavija de conexión.

680.32 Interruptores de circuito contra fallas a tierra exigidos. Todos los equipos eléctricos que se utilicen con las piscinas almacenables, incluidos los cordones de alimentación, deben estar protegidos por interruptores de circuito por contra fallas a tierra.

Todos los receptáculos de 125 voltios que estén a una distancia no mayor a 6.0 m (20 pies) de las paredes interiores de una piscina almacenable se deben proteger con interruptor de circuito contra fallas a tierra. Para determinar estas dimensiones, la distancia que se va a medir debe ser la trayectoria más corta que seguiría el cordón de alimentación de un artefacto conectado un receptáculo sin atravesar el piso, la pared, el cielo raso, los claros de las puertas con bisagras o deslizantes, las aberturas de ventanas u otras barreras eficaces permanentes.

NOTA: Con respecto al uso de los cordones flexibles, véase la sección 400.4.

680.33 Luminarias. Si se instalan luminarias subacuáticas, éstas deben estar instaladas dentro o sobre la pared de la piscina almacenable. Deben cumplir con las secciones 680.33 (A) o (B).

(A) 15 Voltios o menos. Las luminarias deben formar parte integral de un ensamble de alumbrado conectado con cordón y clavija. Este ensamble debe estar listado para ese propósito y tener las

siguientes características de construcción:

(1) No tener partes metálicas expuestas.

(2) Tener una lámpara que funcione a 15 voltios o menos.

(3) Tener una lente, cuerpo de luminaria y gabinete del transformador de un polímero resistente a los impactos.

(4) Tener un transformador que cumpla los requisitos de la sección 680.23 (A) (2), cuyo primario no funcione a más de 150 voltios nominales.

(B) Más de 15 voltios pero menos de 150 voltios. Se permitirá que un ensamble de alumbrado sin transformador y con lámpara o lámparas que funcionen a máximo 150 voltios se pueda conectar con cordón y clavija, si el ensamble está listado para ese propósito. La instalación debe cumplir con la sección 680.23 (A) (5) y el ensamble debe tener las siguientes características de construcción:

(1) No tener partes metálicas expuestas.

(2) La lente y el cuerpo de la luminaria deben ser de polímero resistente a los impactos.

(3) Tener un interruptor de circuito contra fallas a tierra con protección por apertura del conductor del neutro que forme parte integral del ensamble.

(4) La lámpara de la luminaria esté conectada permanentemente a dicho interruptor de circuito contra fallas a tierra con protección por apertura del neutro.

(5) Que cumpla con los requisitos de la sección 680.23 (A).

680.34 Ubicación de los receptáculos. Los receptáculos no deben estar ubicados a menos de 1.83 m (6 pies) desde las paredes interiores de una piscina. Para determinar estas dimensiones, la distancia que se va a medir debe ser la trayectoria más corta que seguiría el cordón de alimentación de un artefacto conectado al receptáculo sin atravesar el piso, la pared, el cielo raso, los claros de las puertas con bisagras o deslizantes, las aberturas de ventanas u otras barreras eficaces permanentes.

IV. Spas y bañeras térmicas

680.40 Generalidades. Las instalaciones eléctricas en spas y bañeras térmicas deben cumplir con las disposiciones de la Parte I y la Parte IV de este artículo.

680.41 Interruptor de emergencia para spas y bañeras térmicas. Se debe instalar un interruptor de emergencia o un interruptor de control claramente etiquetados, en un punto fácilmente accesibles a los usuarios y a una distancia de por lo menos 1.5 m (5 pies), adyacente a la spa y bañeras térmicas y al alcance de la vista desde las mismas, con el fin de detener el motor o motores que alimentan el sistema de recirculación y el sistema de chorro. Este requisito no se debe aplicar a viviendas unifamiliares.

680.42 Instalaciones en exteriores. Una spa y bañera térmica instalada al aire libre debe cumplir las

disposiciones de las Partes I y II de este artículo, excepto en lo permitido en las secciones 680.42 (A) y (B), que podrían de otra manera aplicarse a piscinas instaladas en exteriores.

(A) Conexiones flexibles. Se permitirá que los ensambles de equipos de las unidades integrales listadas de spas y bañeras térmicas, que emplean un panel de distribución o un panel de control instalado o ensamblado en fábrica, usen conexiones flexibles como las tratadas en las secciones 680.42 (A) (1) y (A) (2).

(**1**) Conduit flexible. Se permitirá conduit metálico flexible hermético a los líquidos o conduit no metálico flexible hermético a los líquidos en longitudes máximas de 1.8 m (6 pies).

(**2**) Conexiones con cordón y clavija. Se permitirán conexiones con cordón y clavija, con una longitud máxima del cordón de 4.6 m (15 pies), si se protegen mediante un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

(B) Unión. Se permitirá que la unión sea a través del montaje metal a metal sobre un bastidor o base común. Se permitirá que arillos o flejes metálicos utilizados para sujetar los travesaños de madera no estén unidos según los requisitos de la sección 680.26.

(C) Alambrado interiores para instalaciones en exteriores. En el interior de una vivienda unifamiliar o en el interior de otra estructura o edificio asociado con la vivienda unifamiliar, se permitirá usar cualquiera de los métodos de alambrado reconocidos en el Capítulo 3 de este Código, que contenga un conductor de puesta a tierra de equipos de cobre, aislado o encerrado en el recubrimiento externo del método de alambrado y cuyo calibre no sea inferior al 12 AWG, para la conexión a las cargas del motor, la calefacción y el control que forman parte de spa y bañera térmica auto contenida o de un spa de paquete o ensamble de equipo de bañera térmica. El alambrado para una luminaria subacuática debe cumplir con la sección 680.23 o 680.33.

680.43 Instalaciones interiores. Una spa o bañera térmica instaladas en el interior deben cumplir las disposiciones de las Partes I y II de este artículo, excepto en lo modificado por esta sección y se debe conectar utilizando los métodos de alambrado del Capítulo 3.

> *Excepción: Se permitirá que las unidades listadas integrales de spa o bañera térmica de 20 amperios nominales o menos se conecten mediante cordón y clavija para facilitar su desmontaje o su desconexión, cuando haya que revisarlos o repararlos.*

(A) Receptáculos. Debe haber por lo menos un receptáculo de 125 voltios, 15 ó 20 amperios en un circuito ramal de propósito general ubicado a un mínimo de 1.83 m (6 pies) y un máximo de 3.0 m (10 pies) de la pared interior de la spa o bañera térmica.

(**1**) Ubicación. Los receptáculos deben estar ubicados al menos a 1.83 m (6 pies) medidos horizontalmente desde las paredes interiores de las spas y bañeras térmicas.

(**2**) Protección general. Los receptáculos a 125 voltios y 30 amperios nominales o menos ubicados a menos de 3.0 m (10 pies) de las paredes interiores de una o spa o bañera térmica deben estar protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

(**3**) Protección para los receptáculos de alimentación de las spa o bañera térmica. Los receptáculos

a los que se puedan conectar las spa o bañera térmica deben estar protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

(**4**) Mediciones. Al determinar las dimensiones en esta sección con respecto a las separaciones de los receptáculos, la distancia que se va a medir debe ser la trayectoria más corta que seguiría el cordón de alimentación de un artefacto conectado al receptáculo sin atravesar el piso, la pared, el cielo raso, los claros de las puertas con bisagras o deslizantes, las aberturas de ventanas u otras barreras eficaces permanentes.

(B) Instalación de luminarias, salidas para alumbrado y ventiladores de techo (de aspas).

(**1**) Elevación. Las luminarias, excepto aquellas de que trata la sección 680.43 (B) (2), las salidas para alumbrado y los ventiladores de techo (de aspas) ubicados por encima de spa o bañera térmica o hasta una distancia de 1.5 m (5 pies) desde las paredes interiores de estas bañeras deben cumplir con las distancias que se especifican en (B) (1) (a), (B) (1) (b) y (B) (1) (c) por encima del nivel máximo del agua.

(a) Sin GFCI. Cuando no se suministra protección por GFCI, la altura de montaje no debe ser inferior a 3.7 m (12 pies).

(b) Con GFCI. Cuando se suministra protección por GFCI, se permitirá que la altura de montaje no sea inferior a 2.3 m (7 pies 6 pulgadas).

(c) Por debajo de 2.3 m (7 pies 6 pulgadas). Se permitirá que las luminarias que satisfagan los requisitos de los numerales (1) o (2) y estén protegidas por un interruptor de circuito contra fallas a tierra se instalen a menos de 2.3 m (7 pies 6 pulgadas) sobre spa o bañera térmica:

(1) Luminarias empotradas con un lente de vidrio o plástico, armazón no metálico o metálico separado eléctricamente, y adecuadas para uso en lugares húmedos.

(2) Luminarias de montaje superficial con un lente de vidrio o plástico, cuerpo no metálico o cuerpo metálico separado del contacto, y adecuadas para uso en lugares húmedos.

(**2**) Aplicaciones subacuáticas. Las luminarias subacuáticas deben cumplir con las disposiciones de las secciones 680.23 o 680.33.

(C) Interruptores de pared. Los interruptores de pared deben estar ubicados a una distancia mínima de 1.5 m (5 pies) medidos horizontalmente desde las paredes interiores del spa o bañera térmica.

(D) Unión. Se deben unir entre sí las siguientes partes de la instalación:

(1) Todos los accesorios metálicos que estén dentro o unidos a la estructura spa o bañera térmica.

(2) Las partes metálicas de los equipos eléctricos asociados al sistema de circulación del agua de la spa o bañera térmica, incluyendo los motores de las

bombas.

(3) Las canalizaciones y tuberías metálicas que estén a menos de 1.5 m (5 pies) de las paredes interiores de la spa o bañera térmica y no estén separadas de ellas por una barrera permanente.

(4) Todas las superficies metálicas que estén a menos de 1.5 m (5 pies) de las paredes interiores de la spa o bañera térmica y no estén separadas de ellas por una barrera permanente.

Excepción No. 1: No se exigirá unir las superficies conductoras pequeñas que no sea probable que sean energizadas, como las boquillas de los chorros de agua y aire y los accesorios de drenaje que no estén conectados a tuberías metálicas, toalleros, marcos de los espejos y elementos no eléctricos similares.

Excepción No. 2: Partes metálicas del equipo eléctrico asociado con el sistema de circulación de agua, incluyendo los motores de las bombas, que sean parte de una spa o bañera térmica independiente y listada.

(5) Los dispositivos y controles eléctricos no asociados con la spa o bañera térmica y que estén ubicados a una distancia mínima de 1.5 m (5 pies) de dichas unidades; de lo contrario deben estar unidas al sistema de la spa o bañera térmica.

(E) Métodos de unión. Todas las partes metálicas asociadas con la spa o bañera térmica se deben unir por uno de los métodos siguientes:

(1) La interconexión de la tubería metálica roscada y los accesorios.

(2) Montaje de metal a metal sobre un armazón o base común.

(3) La instalación de un puente de unión, sólido, de cobre, recubierto o aislado, o desnudo de calibre no menor al 8 AWG.

(F) Puesta a tierra. Se deben poner a tierra los siguientes equipos:

(1) Todos los equipos eléctricos ubicados a menos de 1.5 m (5 pies) de la pared interior de la spa o bañera térmica.

(2) Todos los equipos eléctricos asociados con el sistema de circulación del agua de la spa o bañera térmica.

(G) Equipo de audio subacuático. Los equipos de audio subacuáticos deben cumplir las disposiciones de la Parte II de este artículo.

680.44 Protección. Excepto como se dispone de otro modo en esta sección, la salida o salidas que alimenten una spa o bañera térmica autónoma o un ensamble de equipo integral de spa o bañera térmica, o una spa o bañera térmica ensamblada en campo deben estar protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

(A) Unidades listadas. Se permitirá instalar sin protección adicional con GFCI, una unidad autónoma listada o un conjunto de equipo integrado listado marcado para indicar que incluyen protección con un interruptor de circuito contra fallas a tierra integral para todas las partes eléctricas dentro de la unidad o ensamble (como bombas, ventiladores, calentadores, luces, controles, equipo de higienización, alambrado, etc.).

(B) Otras unidades. No se exigirá que la alimentación de un ensamble de spa o bañera térmica ensamblada en campo trifásica o con una tensión nominal de más de 250 voltios o con una carga de calefacción de más de 50 amperios esté protegida con un interruptor contra fallas a tierra.

(C) Combinación de piscina y spa o bañera térmica. Una combinación de piscina y spa o bañera térmica que, por lo general, está unida no necesitará estar protegida por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

> **NOTA**. Véanse las definiciones de spa auto contenida (de construcción integral) y de bañera térmica y para spa de paquete o ensamble de equipo de bañera térmica, en la sección 680.2.

V. Fuentes

680.50 Generalidades. Las disposiciones de las Partes I y V de este artículo se deben aplicar a todas las fuentes instaladas permanentemente, tal como se definen en la sección 680.2. Las fuentes que compartan agua con una piscina deben cumplir adicionalmente con los requisitos de la Parte II de este artículo. La Parte V no trata de las fuentes portátiles auto contenidas. Las fuentes portátiles deben cumplir con las Partes II y III del Artículo 422.

680.51 Luminarias, bombas sumergibles y otros equipos sumergibles.

(A) Interruptor de circuito contra fallas a tierra. Las luminarias, bombas sumergibles y otros equipos sumergibles, a menos que estén listados para funcionar a 15 voltios o menos y estén alimentados por un transformador que cumpla lo establecido en la sección 680.23 (A) (2), deben estar protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

(B) Tensión de funcionamiento. Ninguna luminaria se debe instalar para que funcionen en circuitos de alimentación a más de 150 voltios entre conductores. Las bombas y otros equipos sumergibles deben funcionar a 300 voltios o menos entre conductores.

(C) Lentes de las luminarias. Las luminarias se deben instalar de modo que la parte superior de su lente quede por debajo del nivel normal del agua de la fuente, a menos que estén listadas para instalación por encima del agua. Una luminaria instalada mirando hacia arriba debe cumplir una de las siguientes condiciones:

(1) Tener la lente adecuadamente resguardada para que no pueda entrar en contacto con las personas.

(2) Estar listada para su uso sin resguardo.

(D) Protección contra sobrecalentamiento. Los equipos eléctricos que dependan de su inmersión para su funcionamiento seguro, deben protegerse contra el sobrecalentamiento mediante un

desconectivo por bajo nivel de agua u otro medio aprobado cuando no estén sumergidos.

(E) Alambrado. Los equipos deben estar equipados con previsiones para la entrada de conduit roscado o estar equipado con un cordón flexible adecuado. La longitud máxima de cada cordón expuesto en la fuente se debe limitar a 3.0 m (10 pies). Los cordones que salgan del perímetro de la fuente deben estar encerrados en gabinetes de alambrado aprobados. Las partes metálicas de los equipos en contacto con el agua deben ser de bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión.

(F) Servicio. Todos los equipos se deben poder sacar del agua para cambiar las lámparas o para su mantenimiento normal. Las luminarias no deben estar permanentemente incrustadas dentro de la estructura de la fuente de modo que sea necesario reducir el nivel del agua o drenar la fuente para cambiar las lámparas o para las tareas de inspección y mantenimiento.

(G) Estabilidad. Los equipos deben ser inherentemente estables o estar asegurados firmemente en su sitio.

680.52 Cajas de empalmes y otros gabinetes.

(A) Generalidades. Las cajas de empalmes y otros gabinetes utilizados en instalaciones, diferentes a las subacuáticas, deben cumplir lo establecido en la sección 680.24.

(B) Cajas de empalmes y otros gabinetes subacuáticos. Las cajas de empalmes y otros gabinetes subacuáticos deben cumplir los requisitos de las secciones 680.52 (B) (1) y (B) (2).

(1) Construcción.

(a) Los gabinetes subacuáticos deben estar equipados con medios para la entrada de conduit roscado o prensaestopas de compresión o sellos para la entrada de los cordones.

(b) Los gabinetes subacuáticos deben ser sumergibles y estar hechos de cobre, bronce u otro material aprobado resistente a la corrosión.

(2) Instalación. Las instalaciones de los gabinetes subacuáticos deben cumplir lo indicado en los literales (a) y (b).

(a) Los gabinetes subacuáticos deben estar llenos con un compuesto de relleno aprobado que evite la entrada de humedad.

(b) Los gabinetes subacuáticos deben estar asegurados firmemente a los soportes o directamente a la superficie de la fuente y unidos cuando se exija. Cuando la caja de empalmes esté soportada sólo por conduits, de acuerdo con las secciones 314.23 (E) y (F), los conduits deben ser de bronce, cobre, acero inoxidable u otro metal aprobado resistente a la corrosión. Cuando la caja sea alimentada por conduits no metálicos, ésta debe tener soportes y sujetadores adicionales de bronce, cobre u otro material aprobado resistente a la corrosión.

680.53 Unión. Todos los sistemas de tuberías metálicas asociados con la fuente se deben unir al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito ramal que alimenta la fuente.

NOTA: Con respecto al dimensionamiento de estos conductores véase la sección 250.122.

680.54 Puesta a tierra. Se deben poner a tierra los siguientes equipos:

(1) Todos los equipos eléctricos ubicados dentro de la fuente o a menos de 1.5 m (5 pies) de las paredes interiores de la misma.

(2) Todos los equipos eléctricos asociados con el sistema de recirculación de la fuente.

(3) Los paneles de distribución que no formen parte del equipo de acometida y que alimenten cualquier equipo eléctrico asociado con la fuente.

680.55 Métodos de puesta a tierra

(A) Disposiciones que se deben aplicar. Se deben aplicar las disposiciones de las secciones 680.21 (A), 680.23 (B) (3), 680.23 (F) (1) y (F) (2), 680.24 (F) y 680.25.

(B) Alimentado por un cordón flexible. Los equipos eléctricos alimentados por medio de un cordón flexible deben tener todas sus partes metálicas expuestas no portadoras de corriente puestas a tierra mediante un conductor de cobre, aislado, de puesta a tierra de equipos, que forme parte integral de dicho cordón. Este conductor de puesta a tierra de equipos debe estar conectado a un terminal de puesta a tierra de equipos en la caja de empalmes de la alimentación, el envolvente del transformador u otro gabinete.

680.56 Equipos conectados con cordón y clavija

(A) Interruptor de circuito contra fallas a tierra. Todos los equipos eléctricos, incluidos los cordones de alimentación, deben estar protegidos por interruptores de circuito contra fallas a tierra.

(B) Tipos de cordones. Los cordones flexibles sumergidos o expuestos al agua deben ser del tipo para uso extrapesado, tal como establece la Tabla 400.4, y ser de un tipo listado con el sufijo "W".

(C) Sellado. El extremo de la chaqueta del cordón flexible y las terminaciones de los conductores del cordón flexible dentro del equipo se deben cubrir o encapsular con un compuesto de relleno adecuado que prevenga la entrada de agua en el equipo a través del cordón o sus conductores. Además, la conexión de puesta a tierra que haya dentro del equipo se debe tratar de modo similar para protegerla de los efectos deteriorantes del agua que pudiera entrar en el equipo.

(D) Terminaciones. Las conexiones con cordón flexible deben ser permanentes, excepto que se permitirán clavijas y receptáculos del tipo con puesta a tierra para facilitar la remoción o desconexión de los equipos fijos o estacionarios no ubicados en cualquier parte de la fuente que contenga agua, para su mantenimiento, reparación o almacenaje.

680.57 Anuncios

(A) Generalidades. Esta sección trata de los anuncios eléctricos instalados dentro de una fuente o a una distancia máxima de 3.0 m (10 pies) del borde de la fuente.

(B) Protección para el personal mediante interruptor de circuito contra fallas a tierra. Todos los circuitos que alimentan el anuncio deben tener un interruptor de circuito contra fallas a tierra para proteger al personal.

(C) Ubicación.

(1) Fijo o estacionario. Un anuncio eléctrico fijo o estacionario instalado dentro de una fuente debe estar mínimo a 1.5 m (5 pies) por dentro de la fuente, medidos desde los bordes exteriores de la fuente.

(2) Portátil. No se debe colocar un anuncio eléctrico portátil dentro de una piscina o una fuente ni a una distancia no mayor de 1.5 m (5 pies), medidos horizontalmente desde las paredes interiores de la fuente.

(D) Desconexión. El anuncio debe tener un medio de desconexión local de acuerdo con las secciones 600.6 y 680.12.

(E) Unión y puesta a tierra. El anuncio debe estar puesto a tierra y unido de acuerdo con la sección 600.7.

680.58 Protección con GFCI para salidas de receptáculos adyacentes. Todos los receptáculos monofásicos de 15 ó 20 amperios y 125 voltios hasta 250 voltios, ubicados a una distancia no mayor de 6.0 m (20 pies) del borde de una fuente deben tener protección con GFCI.

VI. Piscinas y bañeras para uso terapéutico

680.60 Generalidades. Las disposiciones de las Partes I y VI de este artículo se deben aplicar a las piscinas y bañeras para uso terapéutico en instituciones de cuidado de la salud, gimnasios, salas de entrenamiento físico y zonas similares. Los artefactos terapéuticos portátiles deben cumplir lo establecido en las Partes II y III del Artículo 422.

NOTA: Con respecto a la definición de instituciones de cuidado de la salud, véase la sección 517.2.

680.61 Piscinas terapéuticas instaladas permanentemente. Las piscinas terapéuticas construidas en el suelo, sobre el suelo o dentro de un edificio de manera que no se puedan desmontar fácilmente, deben cumplir las disposiciones de las Partes I y II de este Artículo.

> *Excepción: Cuando todas las luminarias sean del tipo totalmente encerrado, no se deben aplicar las limitaciones de la sección 680.22 (C) (1) hasta (C) (4).*

680.62. Bañeras terapéuticas (tanques hidroterapéuticos). Las bañeras terapéuticas utilizadas para la inmersión y tratamiento de los pacientes, que no se puedan trasladar fácilmente de un sitio a otro durante su uso normal o que estén aseguradas o instaladas de modo fijo en un lugar específico, incluyendo el sistema asociado de tubería, deben cumplir las disposiciones de la Parte VI.

(A) Protección. Excepto como se dispone de otro modo en esta sección, la salida o salidas que alimentan una bañera terapéutica o un tanque hidroterapéutico autocontenidos, una bañera terapéutica o un tanque hidroterapéutico de paquete o una bañera terapéutica o un tanque hidroterapéutico ensamblados en campo deben estar protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

(1) Unidades listadas. Se permitirá instalar sin protección adicional con GFCI, una unidad autocontenida certificada o un ensamble de equipo integrado listado marcado para indicar que incluyen protección con un interruptor de circuito contra fallas a tierra integral para todas las partes eléctricas dentro de la unidad o ensamble (como bombas, ventiladores, calentadores, luces, controles, equipo de higienización, alambrado, etc.).

(2) Otras unidades. No se exigirá que la alimentación, de bañera terapéutica o un tanque hidroterapéutico, trifásica o con una tensión nominal de más de 250 voltios o con una carga de calefacción de más de 50 amperios esté protegida con un interruptor contra fallas a tierra.

(B) Unión. Se deben unir entre sí las siguientes partes:

(1) Todos los accesorios metálicos que haya dentro de, o que estén unidos a la estructura de la bañera.

(2) Las partes metálicas de los equipos eléctricos asociados con el sistema de circulación del agua de la bañera, incluyendo los motores de las bombas.

(3) Los cables y canalizaciones con recubrimiento metálico y las tuberías metálicas que estén a menos de 1.5 m (5 pies) de las paredes interiores de la bañera y no separadas de ella por una barrera permanente.

(4) Todas las superficies metálicas que estén a menos de 1.5 m (5 pies) de las paredes interiores de la bañera y no estén separados de ella por una barrera permanente.

(5) Los dispositivos y controles eléctricos no asociados con las bañeras terapéuticas y ubicados a una distancia no mayor a 1.5 m (5 pies) de dichas unidades.

(C) Métodos de unión. Todas las partes metálicas que se exige que sean unidas por esta sección, se deben unir por uno de los métodos siguientes:

(1) La interconexión de las tuberías y accesorios roscados metálicos.

(2) El montaje metal a metal sobre un armazón o base común.

(3) Conexiones mediante abrazaderas metálicas adecuadas.

(4) La instalación de un puente de unión, sólido, de cobre, recubierto, aislado o desnudo, de calibre no menor al 8 AWG.

(D) Puesta a tierra. Se deben poner a tierra los siguientes equipos:

(1) Equipo fijo o estacionario. Todos los equipos que se especifican en los literales (a) y (b) se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

(a) Ubicación. Todos los equipos eléctricos ubicados a menos de 1.5 m (5 pies) de la pared interior de la bañera se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

(b) Sistema de circulación. Todos los equipos eléctricos asociados con el sistema de circulación de la bañera se deben conectar al conductor de puesta a

tierra de equipos.

(2) Equipo portátil. Los artefactos terapéuticos portátiles deben cumplir los requisitos de puesta a tierra de la sección 250.114.

(E) Receptáculos. Todos los receptáculos que estén a una distancia máxima de 1.83 m (6 pies) de una bañera terapéutica deben estar protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

(F) Luminarias. Todas las luminarias instaladas en áreas de bañeras terapéuticas deben ser del tipo totalmente encerrado.

VII. Bañeras de hidromasajes

680.70 Generalidades. Tal como se definen en la sección 680.2, las bañeras de hidromasajes deben cumplir con la Parte VII de este artículo. No se exigirá que cumplan con otras partes de este artículo.

680.71 Protección. Las bañeras de hidromasajes y sus componentes eléctricos asociados deben estar en un(os) circuito(s) ramal(es) individual(es) y protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra fácilmente accesible. Todos los receptáculos monofásicos a 125 voltios que no excedan los 30 amperios y que estén ubicados a una distancia máxima de 1.83 m (6 pies), medidos horizontalmente de las paredes interiores de la bañera de hidromasajes, se deben proteger mediante un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

680.72 Otros equipos eléctricos. Las luminarias, interruptores, receptáculos y otros equipos eléctricos ubicados en el mismo salón que las bañeras de hidromasaje, pero no relacionados directamente con ellas, se deben instalar de acuerdo con los requisitos de los Capítulos 1 a 4 de este Código relativos a la instalación de esos equipos en cuartos de baño.

680.73 Accesibilidad. El equipo eléctrico de la bañera de hidromasajes debe ser accesible sin causar daño a la estructura o al acabado del edificio.

680.74 Unión. Todos los sistemas de tubería metálica y todas las partes metálicas puestas a tierra en contacto con el agua circulante deben unirse entre sí, empleando un puente de unión de cobre, sólido, aislado, cubierto o desnudo no menor al 8 AWG. El puente de unión se debe conectar al terminal en el motor de la bomba de circulación proyectado para tal fin. No se exigirá que el puente de unión esté conectado a un motor con doble aislamiento de la bomba de circulación. Se exigirá el puente de unión de cobre sólido, calibre 8 AWG o más grande para la unión equipotencial en el área de la bañera de hidromasajes, y no se exigirá que se prolongue o se una a ningún panel remoto de distribución, equipo de acometida ni a ningún electrodo.

ARTÍCULO 682
Cuerpos de agua naturales y artificiales

I. Generalidades

682.1 Alcance. Este artículo se aplica a la instalación del alambrado eléctrico para los equipos dentro o adyacentes a cuerpos de agua naturales o artificiales no tratados en otros artículos de este Código, tales como, pero no limitados, estanques de aireación, para piscicultura, para retención de tormentas, de tratamiento, instalaciones de irrigación (canales).

682.2 Definiciones.

Cuerpos de agua artificiales. Cuerpos de agua que han sido construidos o modificados con un propósito ornamental o comercial tales como, pero no limitados, de aireación, para piscicultura, para retención de tormentas, de tratamiento, instalaciones de irrigación (canales). La profundidad del agua puede variar con las estaciones o ser controlada.

Cuerpos de agua naturales. Cuerpos de agua tales como lagos, arroyos, estanques, ríos y otros cuerpos de agua que se encuentran en la naturaleza, cuya profundidad puede variar a lo largo del año.

Línea costera. Extensión más alejada de agua en reposo, bajo las condiciones aplicables, que determina el plano de referencia eléctrico para el cuerpo de agua especificado.

Plano de referencia eléctrico. Tal como se usa en este artículo, el plano de referencia eléctrico se define de la siguiente manera:

(1) En las áreas terrestres sometidas a fluctuación de la marea, el plano de referencia eléctrico es un plano horizontal a 600 mm (2 pies) por encima del nivel más alto de la marea para el área, que se presenta en circunstancias normales, es decir, la marea más alta.

(2) En las áreas terrestres no sometidas a fluctuación de la marea, el plano de referencia eléctrico es un plano horizontal a 600 mm (2 pies) por encima del nivel más alto del agua para el área, que se presenta en circunstancias normales.

(3) En áreas terrestres sometidas a inundaciones, el plano de referencia eléctrico con base en los numerales (1) ó (2) anteriores, es un plano horizontal a 600 mm (2 pies) por encima del punto identificado como la marca alta de agua prevaleciente o una marca de referencia equivalente basada en las inundaciones debidas a tormentas o a las estaciones obtenida de la autoridad con jurisdicción.

(4) El plano de referencia eléctrico para estructuras flotantes y plataformas flotantes de embarcaderos que (1) están instalados para permitir la respuesta de elevación y caída ante el nivel del agua, sin movimiento lateral, y (2) que están equipados de manera que se pueden elevar hasta el plano de referencia establecido para (1) o (2), es un plano horizontal a 750 mm (30 pulgadas) por encima del nivel del agua en la estructura flotante o en la plataforma flotante del embarcadero y a una distancia mínima de 300 mm (12 pulgadas) por encima del nivel de la plataforma.

Plano equipotencial. Área en la cual una malla de alambre u otros elementos conductores están sobre, incrustados en o debajo de la superficie para caminar, a una distancia máxima de 75 mm (3

pulgadas), unidos a todas las estructuras metálicas y al equipo no eléctrico fijo que se pueda energizar, y conectados al sistema eléctrico de puesta a tierra para evitar que se desarrolle una diferencia de tensión dentro del plano.

682.3 Otros artículos. El alambrado y el equipo dentro o adyacente a cuerpos de agua naturales o artificiales deben cumplir con las disposiciones aplicables de otros artículos de este Código, excepto lo modificado por este artículo. Si el agua está sometida al tráfico de embarcaciones, el alambrado debe cumplir lo especificado en la sección 555.13 (B).

II. Instalación

682.10 Equipo eléctrico y transformadores. El equipo eléctrico y los transformadores, incluyendo sus envolventes, deben estar específicamente aprobados para el lugar proyectado. Ninguna parte de un envolvente para equipo eléctrico, no identificado para su funcionamiento mientras está sumergido, se debe ubicar por debajo del plano de referencia eléctrico.

682.11 Ubicación del equipo de acometida. En tierra, el equipo de acometida para estructuras flotantes y equipo eléctrico sumergible se deben ubicar a una distancia no inferior a 1.5 m (5 pies) horizontalmente desde la línea costera y las partes vivas se deben elevar mínimo 300 mm (12 pulgadas) sobre el plano de referencia eléctrico. El equipo de acometida se debe desconectar cuando el nivel del agua alcanza la altura del plano de referencia eléctrico establecido.

682.12 Conexiones eléctricas. Todas las conexiones eléctricas no proyectadas para su funcionamiento mientras están sumergidas se deben ubicar por lo menos a 300 mm (12 pulgadas) por encima de la plataforma de una estructura fija o flotante, pero no por debajo del plano de referencia eléctrico.

682.13 Métodos de alambrado e instalación. Se permitirá utilizar conduit metálico flexible hermético a los líquidos o conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados para los alimentadores y cuando se exijan conexiones flexibles para las acometidas. Cuando se exige flexibilidad se permitirá usar cable de alimentación, portátil, de uso extrapesado listado tanto para lugares mojados como para resistencia a la luz solar para un alimentador o un circuito ramal. Cuando no se exige flexibilidad se permitirá instalar otros métodos de alambrado adecuados para el lugar. Se permitirá alambrado temporal, de acuerdo con la sección 590.4.

682.14 Medios de desconexión para estructuras flotantes o equipo eléctrico sumergible.

(A) Tipo. Se permitirá que los medios de desconexión sean interruptores automáticos, interruptores, o ambos, y deben estar identificados adecuadamente con relación al equipo o la estructura que controlan.

(B) Ubicación. Los medios de desconexión deben ser fácilmente accesibles en tierra y se deben ubicar en el circuito de alimentación delante de la conexión del equipo o la estructura. El medio de desconexión debe estar al alcance de la vista desde, pero no a menos de 1.5 m (5 pies) horizontalmente desde el borde de la línea costera y las partes vivas elevadas un mínimo de 300 mm (12 pulgadas) por encima del plano de referencia eléctrico.

682.15 Protección con interruptor de circuito contra fallas a tierra (GFCI). Los receptáculos

monofásicos de 15 y 20 amperios y 125 voltios hasta 250 voltios, instalados en exteriores y dentro o sobre estructuras o edificios flotantes en el área del plano de referencia eléctrico que se usan para almacenamiento, mantenimiento o reparación, cuando se deben utilizar herramientas eléctricas portátiles manuales, equipo eléctrico de diagnóstico o equipo de alumbrado portátil, deben tener protección con GFCI. El dispositivo de protección con GFCI debe estar ubicado a no menos de 300 mm (12 pulgadas) por encima del plano de referencia eléctrico establecido.

III. Puesta a tierra y unión.

682.30 Puesta a tierra. El alambrado y el equipo dentro del alcance de este artículo se debe poner a tierra tal como se especifica en la Parte III de las secciones 553, 555.15 y con los requisitos de la Parte III de este artículo.

682.31 Conductores de puesta a tierra de equipos.

(A) Tipo. Los conductores de puesta a tierra de equipos deben ser conductores de cobre, aislados, dimensionados de acuerdo con la sección 250.122, pero su calibre no debe ser inferior al 12 AWG.

(B) Alimentadores. Cuando un alimentador sirve a un panel de distribución remoto, un conductor aislado de puesta a tierra de equipos, se debe prolongar desde un terminal de puesta a tierra en la acometida hasta un terminal de puesta a tierra y una barra colectora en el panel de distribución remoto.

(C) Circuitos ramales. El conductor aislado de puesta a tierra de equipos para los circuitos ramales debe terminar en un terminal de puesta a tierra en un panel de distribución remoto o en el terminal de puesta a tierra en el equipo de la acometida principal.

(D) Artefactos conectados con cordón y clavija. Cuando estén puestos a tierra, los artefactos conectados con cordón y clavija se deben poner a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos en el cordón y una clavija de conexión con polo a tierra.

682.32 Unión de las partes metálicas no portadoras de corriente. Todas las partes metálicas en contacto con el agua, toda la tubería metálica, los tanques y todas las partes metálicas no portadoras de corriente que puedan llegar a energizarse se deben unir a la barra conductora de puesta a tierra en el panel de distribución.

682.33 Planos equipotenciales y unión de los planos equipotenciales. Se debe instalar un plano equipotencial donde así se exija en esta sección para mitigar las tensiones de paso y contacto en el equipo eléctrico.

(A) Áreas que requieren planos equipotenciales. Los planos equipotenciales se deben instalar adyacentes a todo el equipo de acometida exterior o a los medios de desconexión que controlen equipos dentro o sobre el agua, que tengan gabinete metálico y controles accesibles al personal, y que sea probable que se energicen. El plano equipotencial debe abarcar el área alrededor del equipo y se debe prolongar desde el área directamente por debajo del equipo hacia fuera no menos de 900 mm (36 pulgadas), en todas las direcciones desde las que una persona pudiera estar de pie y entrar en contacto con el equipo.

(B) Áreas que no requieren planos equipotenciales. No se exigirán planos equipotenciales para el equipo controlado y alimentado por el equipo de acometida o el medio de desconexión. Todos los circuitos con valor nominal máximo de 60 amperios y 120 hasta 250 voltios, monofásicos, deben tener protección con GFCI.

(C) Unión. Los planos equipotenciales se deben unir al sistema eléctrico de puesta a tierra. El conductor de unión debe ser sólido, de cobre, aislado, recubierto o desnudo y con calibre no inferior al 8 AWG. Las conexiones se deben hacer mediante soldadura exotérmica o mediante conectores o abrazaderas de presión listados que estén etiquetados como adecuados para el propósito y que sean de acero inoxidable, bronce, cobre o aleación de cobre.

ARTÍCULO 685
Sistemas eléctricos integrados

I. Generalidades

685.1 Alcance. Este artículo trata de sistemas eléctricos integrados distintos de los equipos unitarios, en los que es necesaria una parada sistemática (ordenada) para lograr un funcionamiento seguro. A efectos de este artículo, un sistema eléctrico integrado es un segmento unificado de un sistema de alambrado industrial que cumple todas las condiciones siguientes:

(1) Requiere de una parada sistemática para reducir al mínimo los riesgos para las personas y los daños a los equipos.

(2) Las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguran que sólo se encargan del mantenimiento del sistema personas calificadas. Se debe conservar un registro permanente de los nombres de las personas calificadas en la oficina del establecimiento a cargo de toda la instalación.

La persona designada como persona calificada debe tener habilidades y conocimiento relacionados con la construcción y el funcionamiento del equipo eléctrico y de la instalación y debe haber recibido entrenamiento documentado en seguridad sobre los peligros implicados. La documentación de sus calificaciones debe estar en un archivo en la oficina del establecimiento a cargo de toda la instalación.

(3) Se han establecido y mantenido sistemas eficaces de protección, aceptables para la autoridad con jurisdicción.

685.3 Aplicación de otros artículos. Los artículos/secciones de la Tabla 685.3 se aplican a casos particulares de instalaciones de conductores y equipos, cuando existen requisitos de parada sistemática adicionales a los de este artículo o que son modificación de ellos.

Tabla 685.3. Aplicación de otros artículos

Conductor/equipo	Sección
Más de un edificio u otra estructura	225, Parte II
Protección de los equipos contra fallas a tierra	230.95, Excepción
Protección de los conductores	240.4
Coordinación de sistemas eléctricos	240.12
Protección de los equipos contra fallas a tierra	240.13 (1)
Puesta a tierra de sistemas de c.a. de 50 a 1 000 voltios	250.21
Protección de los equipos	427.22
Parada sistemática	430.44
Desconexión	430.74, Excepciones No. 1 y 2
Medios de desconexión al alcance de la vista desde el controlador	430.102 (A), Excepción No. 2
Alimentación desde más de una fuente	430.113, Excepciones No. 1 y 2
Medios de desconexión	645.10, Excepción
Sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS)	645.11 (1)
Punto de conexión	705.12 (A)

II. Parada sistemática

685.10 Ubicación de dispositivos de protección contra sobrecorriente en los inmuebles. Se permitirá que la ubicación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que sean críticos para los sistemas eléctricos integrados sea accesible, con las alturas de montaje permitidas que garanticen la seguridad cuando sean operados por personas no calificadas.

685.12 Puesta a tierra de sistemas de corriente continua. Se permitirá que los circuitos bifilares de corriente continua no estén puestos a tierra.

685.14 Circuitos de control no puestos a tierra. Cuando se requiera la continuidad de funcionamiento, se permitirá que los circuitos de control a 150 voltios o menos correspondientes a sistemas derivados separadamente, no estén puestos a tierra.

ARTÍCULO 690
Sistemas solares fotovoltaicos

I. Generalidades

690.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a los sistemas los sistemas solares fotovoltaicos de energía eléctrica, incluidos arreglos de circuitos, inversores y controladores de dichos sistemas [Véanse las Figuras 690.1 (A) y (B)]. Los sistemas solares fotovoltaicos a los que se refiere este artículo pueden ser interactivos con otras fuentes de generación de energía eléctrica o ser autónomos y tener o no acumuladores de energía eléctrica tales como baterías. La salida de utilización de estos sistemas puede ser de corriente continua o de corriente alterna.

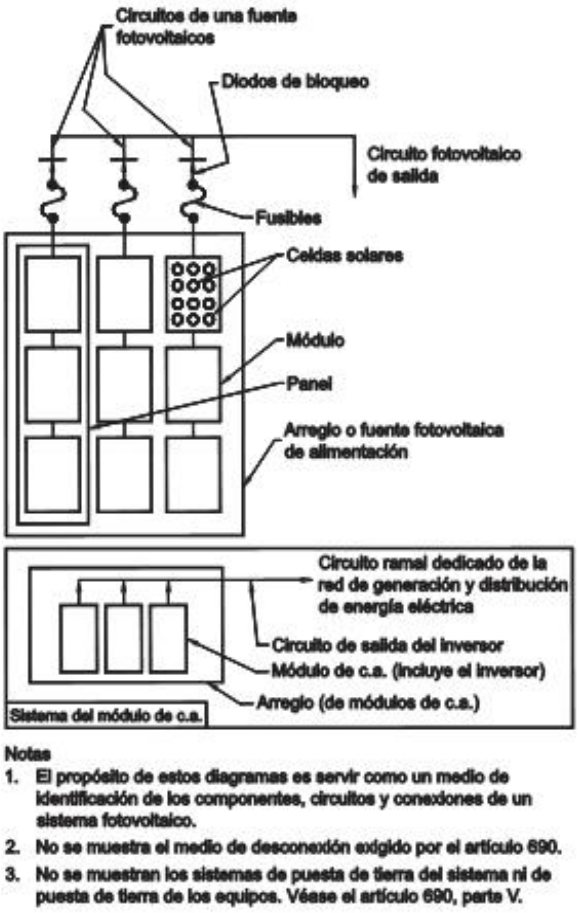


Figura 690.1 (A). Identificación de los componentes de un Sistema solar fotovoltaico

Figura 690.1 (B). Identificación de los componentes de un Sistema solar fotovoltaico en configuraciones comunes del sistema

690.2 Definiciones.

Arreglo. Ensamble mecánicamente integrado de módulos o paneles con una estructura y bases de soporte, sistemas de orientación y otros componentes, según se necesite para formar una unidad de generación de energía eléctrica de corriente continua.

Arreglo fotovoltaico bipolar. Arreglo fotovoltaico que tiene dos salidas, cada una con polaridad opuesta con respecto a un punto común de referencia o una derivación central.

Celda solar. Dispositivo fotovoltaico básico que genera electricidad cuando se expone a la luz.

Circuito de entrada del inversor. Los conductores entre el inversor y la batería en los sistemas autónomos o los conductores entre el inversor y los circuitos de salida fotovoltaicos para las redes de generación y distribución de electricidad.

Circuito de salida del inversor. Los conductores entre el inversor y un panel de distribución de c.a. en los sistemas autónomos o los conductores entre el inversor y el equipo de acometida u otra fuente de generación de energía eléctrica, como una red pública, para redes de generación y distribución de energía eléctrica.

Circuito fotovoltaico de salida. Los conductores entre el circuito o circuitos de alimentación fotovoltaica y el inversor o el equipo de utilización de corriente continua.

Circuito de una fuente fotovoltaica. Circuitos entre los módulos y desde los módulos al punto o puntos de conexión comunes del sistema de corriente continua.

Controlador de carga. Equipo que controla la tensión de c.c. o la corriente de c.c., o ambas, empleado para cargar una batería.

Controlador de carga por desviación. Equipo que regula el proceso de carga de una batería desviando la potencia desde el almacenamiento de energía hasta las cargas de corriente alterna o de corriente continua o hasta la alimentación del servicio público interconectado.

Diodo de bloqueo. Diodo usado para bloquear el flujo inverso de corriente dentro de un circuito de alimentación fotovoltaica.

Dispositivos fotovoltaicos integrados en el edificio. Celdas, dispositivos, módulos o materiales modulares, todos ellos fotovoltaicos, que están integrados dentro de la superficie exterior o la estructura de un edificio y sirven como superficie protectora externa de dicho edificio.

Fuente fotovoltaica de alimentación. Arreglo o agregado de arreglos que genera energía de corriente continua a la tensión y corriente del sistema.

Inversor. Equipo que se utiliza para cambiar el nivel de la tensión, la forma de onda o ambas, de la energía eléctrica. En general un inversor [también conocido como unidad de acondicionamiento de energía (PCU, siglas por su nombre en inglés Power Conditioning Unit) o sistema de conversión de energía (PCS, siglas por su nombre en inglés Power Conversión System)] es un dispositivo que cambia una entrada de corriente continua en una salida de corriente alterna. Los inversores también pueden

funcionar como cargadores de baterías que emplean la corriente alterna de otra fuente y la convierten en corriente continua para cargar las baterías.

Módulo. Unidad completa protegida ambientalmente, que consta de celdas solares, óptica y otros componentes, sin incluir los sistemas de orientación, diseñada para generar energía de corriente continua cuando es expuesta a la luz solar.

Módulo de corriente alterna (módulo fotovoltaico de corriente alterna). Unidad completa protegida ambientalmente, que consta de celdas solares, óptica, inversor y otros componentes, sin incluir los de sistemas de orientación, diseñada para generar energía de c.a. al exponerse a la luz solar.

Panel. Grupo de módulos unidos mecánicamente sujetos, alambrados y diseñados para proporcionar una unidad instalable en sitio.

Red de generación y distribución de energía eléctrica. Sistema de generación, distribución y utilización de energía, tal como el sistema de una red pública y las cargas conectadas, que es externo y no controlado por el sistema de energía fotovoltaica.

Sistema autónomo. Sistema solar fotovoltaico que suministra energía eléctrica independientemente de una red de generación y distribución de energía eléctrica.

Sistema fotovoltaico solar. El total de componentes y subsistemas que, combinados, convierten la energía solar en energía eléctrica adecuada para la conexión a una carga de utilización.

Sistema híbrido. Sistema compuesto de fuentes múltiples de energía. Dichas fuentes pueden incluir generadores fotovoltaicos, eólicos, micro hidrogeneradores, generadores accionados por motor y otros, pero que no incluyen las redes de los sistemas de generación y distribución de electricidad. Los sistemas de almacenamiento de energía, tales como las baterías, no constituyen una fuente de energía para los propósitos de esta definición.

Sistema interactivo. Sistema solar fotovoltaico que funciona en paralelo con una red de generación y distribución de energía eléctrica, a la que puede alimentar. Para el propósito de esta definición, un subsistema de acumulación de energía que forme parte de un sistema solar fotovoltaico, como una batería, no se considera como otra fuente de generación de energía.

Tensión del sistema Fotovoltaico. Tensión de corriente continua (c.c.) de cualquier fuente fotovoltaica o circuito de salida fotovoltaico. Para instalaciones multifilares, la tensión del sistema fotovoltaico es la tensión más alta entre cualquier par de conductores de c.c.

690.3 Otros artículos. Cuando los requisitos de otros artículos de este código y los del Artículo 690 difieran, se deben aplicar los requisitos del Artículo 690 y, si el sistema funciona en paralelo con la(s) fuente(s) primaria(s) de electricidad, se deben aplicar los requisitos de las secciones 705.14, 705.16, 705.32 y 705.143.

> *Excepción: Los sistemas solares fotovoltaicos, los equipos o el alambrado instalados en un lugar (clasificado como) peligroso también deben cumplir con las partes aplicables de los Artículos 500 hasta 516.*

690.4 Instalación

(A) Sistema fotovoltaico solar. Se permitirá que un sistema fotovoltaico solar alimente a un edificio u otra estructura además de la acometida o acometidas de otros sistemas de suministro de electricidad.

(B) Conductores de distintos sistemas. Los circuitos de las fuentes fotovoltaicas y los circuitos fotovoltaicos de salida no deben instalarse en las mismas canalizaciones, bandejas portacables, cables, cajas de salida o de empalme o accesorios similares, como alimentadores o circuitos ramales de otros sistemas, a menos que los conductores de los distintos sistemas estén conectados entre sí o separados por una división.

(C) Organización de las conexiones a los módulos. Las conexiones a un módulo o panel deben estar organizadas de modo que si se quita un módulo o panel del circuito de una fuente fotovoltaica no se interrumpa la continuidad de ningún conductor puesto a tierra a cualquier otro circuito de una fuente fotovoltaica. Se deben considerar como un solo circuito de alimentación los ensambles de módulos interconectados como sistemas a 50 voltios nominales o menos, con o sin diodos de bloqueo, y con un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente. Para el propósito de esta sección, los dispositivos de protección contra sobrecorriente complementarios, usados exclusivamente para la protección de los módulos fotovoltaicos no se considerarán como dispositivos de protección contra sobrecorriente.

(D) Equipos. Los inversores, motogeneradores, módulos fotovoltaicos, paneles fotovoltaicos, módulos fotovoltaicos de c.a., combinadores de circuitos de alimentación y controladores de carga proyectados para el uso en sistemas de energía fotovoltaica deben estar listados e identificados para esa aplicación.

690.5 Protección contra fallas a tierra. Los arreglos fotovoltaicos de c.c. puestos a tierra deben tener protección de c.c contra fallas a tierra que cumpla con los requisitos de las secciones 690.5(A) hasta (C) para reducir los peligros de incendio. Los arreglos fotovoltaicos de c.c. no puestos a tierra deben cumplir lo establecido en la sección 690.35.

> *Excepción No. 1: Se permitirá que los arreglos fotovoltaicos montados en el suelo o en postes, con no más de dos circuitos de alimentación en paralelo y con todas las fuentes de c.c. y los circuitos de salida de c.c. separados de los edificios no tengan protección contra fallas a tierra.*
>
> *Excepción No. 2: Se permitirá que los arreglos fotovoltaicos instalados en lugares diferentes de las unidades de vivienda no tengan protección contra fallas a tierra, si los conductores de puesta a tierra de equipos están dimensionados de acuerdo con la sección 690.45.*

(A) Detección e interrupción de fallas a tierra. El dispositivo o sistema de protección contra fallas a tierra debe ser capaz de detectar una corriente de falla a tierra, interrumpir el flujo de la corriente de falla y suministrar una indicación de dicha falla.

Se permitirá la apertura automática del conductor puesto a tierra del circuito en falla para interrumpir la trayectoria de la corriente de falla. Si un conductor puesto a tierra se abre para interrumpir la trayectoria de la corriente de falla a tierra, todos los conductores del circuito en falla se deben abrir automática y simultáneamente.

La operación manual del desconectivo principal del circuito fotovoltaico de c.c. no debe activar el dispositivo de protección contra fallas a tierra ni hacer que los conductores puestos a tierra se conviertan en no puestos a tierra.

(B) Separación de los circuitos en falla. Los circuitos en falla se deben separar mediante uno de los siguientes métodos:

(1) Los conductores no puestos a tierra del circuito en falla se deben desconectar automáticamente.

(2) El inversor o el controlador de carga alimentado por el circuito en falla debe detener automáticamente la alimentación a los circuitos de salida.

(C) Etiquetados y marcados. Debe aparecer una etiqueta de advertencia en el inversor interactivo de la empresa de servicios públicos o debe ser colocado por el instalador cerca del indicador de falla a tierra en una ubicación visible estableciendo lo siguiente:

ADVERTENCIA
PELIGRO DE CHOQUE ELÉCTRICO
SI SE INDICA UNA FALLA A TIERRA,
LOS CONDUCTORES NORMALMENTE
PUESTOS A TIERRA PUEDEN ESTAR
ENERGIZADOS Y NO PUESTOS A TIERRA.

Cuando el sistema fotovoltaico también tiene baterías, la misma advertencia también se debe colocar por el instalador en un lugar visible en las baterías.

690.6 Módulos de corriente alterna (c.a.)

(A) Circuitos de una fuente fotovoltaica. Para los módulos de c.a., no se deben aplicar los requisitos del Artículo 690 relacionados con los circuitos de una fuente fotovoltaica. El circuito de una fuente fotovoltaica, los conductores e inversores deben considerarse como alambrado interno de un módulo de c.a.

(B) Circuito de salida del inversor. La salida de un módulo de c.a. debe considerarse como circuito de salida del inversor.

(C) Medios de desconexión. Se permitirá un solo medio de desconexión, de acuerdo con las secciones 690.15 y 690.17, para la salida de c.a. combinada de uno o más módulos de c.a. Adicionalmente, cada módulo de c.a., en un sistema de múltiples módulos de c.a., debe ser suministrado con un medio de desconexión de los tipos terminal, atornillado o con conector.

(D) Detección de fallas a tierra. Se permitirá que los sistemas de módulos de corriente alterna usen un solo dispositivo de detección para detectar sólo fallas a tierra de c.a. y deshabilitar el arreglo mediante la remoción de la alimentación de c.a. al módulo o módulos de c.a.

(E) Protección contra sobrecorriente. Se permitirá que los circuitos de salida de los módulos de c.a. tengan protección contra sobrecorriente y que el dimensionamiento de los conductores se haga de acuerdo con la sección 240.5 (B) (2).

II. Requisitos de los circuitos

690.7 Tensión máxima

(A) Tensión máxima del sistema fotovoltaico. En un circuito de una fuente fotovoltaica de c.c. o un circuito de salida, la tensión máxima del sistema fotovoltaico para dicho circuito se debe calcular como la suma de la tensión nominal de circuito abierto de los módulos fotovoltaicos conectados en serie, corregida para la más baja temperatura ambiente esperada. Para módulos de silicio cristalinos y multicristalinos, se debe multiplicar la tensión nominal de circuito abierto por el factor de corrección proporcionado en la Tabla 690.7. Esta tensión se debe usar con el fin de determinar la tensión nominal de los cables, desconectivos, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otros equipos. Cuando la temperatura ambiente más baja esperada esté por debajo de -40° C (-40° F), o cuando se emplean módulos fotovoltaicos diferentes a los de silicio cristalinos o multicristalinos, se debe realizar el ajuste de la tensión del sistema de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Cuando los coeficientes de temperatura para la tensión de circuito abierto se suministran en las instrucciones para módulos fotovoltaicos listados, éstos se deben utilizar para calcular la tensión máxima del sistema fotovoltaico tal como lo exige la sección 110.3 (B) en lugar de usar la Tabla 690.7.

Tabla 690.7 Factores de corrección de la tensión para módulos de silicio cristalinos y multicristalinos

Factores de corrección para temperaturas ambiente inferiores a 25° C (77° F) (Se multiplica la tensión nominal de circuito abierto por el factor de corrección adecuado que se muestra a continuación):

Temperatura ambiente (º C)	Factor	Temperatura ambiente (° F)
24 a 20	1.02	76 a 68
19 a 15	1.04	67 a 59
14 a 10	1.06	58 a 50
9 a 5	1.08	49 a 41
4 a 0	1.10	40 a 32
-1 a -5	1.12	31 a 23
-6 a -10	1.14	22 a 14
-11 a -15	1.16	13 a 5
-16 a -20	1.18	4 a -4
-21 a -25	1.20	-5 a -13
-26 a -30	1.21	-14 a -22
-31 a -35	1.23	-23 a -31
-36 a -40	1.25	-32 a -40

(B) Circuitos de utilización de corriente continua. La tensión de los circuitos de utilización de c.c. debe ser la establecida de acuerdo con la sección 210.6.

(C) Circuito de una fuente y de salida fotovoltaica. En viviendas unifamiliares y bifamiliares, se permitirá que los circuitos de una fuente fotovoltaica y los circuitos fotovoltaicos de salida, que no incluyan

portalámparas, receptáculos o accesorios, tengan una tensión máxima del sistema fotovoltaico de hasta 600 voltios. Otras instalaciones con una tensión máxima del sistema fotovoltaico superior a los 600 voltios deben cumplir con el Artículo 690, Parte I.

(D) Circuitos de más de 150 voltios a tierra. En las viviendas unifamiliares y bifamiliares, las partes vivas de los circuitos de una fuente fotovoltaica y los circuitos fotovoltaicos de salida de más de 150 voltios a tierra, deben ser accesibles únicamente a personas calificadas, cuando estén energizados.

> **Nota**. Para la protección de partes vivas véase la sección 110.27. Para la tensión a tierra y entre conductores, véase la sección 210.6.

(E) Circuitos de una fuente y de salida bipolares. Para circuitos bifilares conectados a sistemas bipolares, la tensión máxima del sistema debe ser la tensión más alta entre los conductores del circuito bifilar si se aplican todas las condiciones siguientes:

(1) Un conductor de cada circuito esté sólidamente puesto a tierra.

(2) Cada circuito esté conectado a un subarreglo separado.

(3) El equipo esté marcado claramente con una etiqueta que indique:

ADVERTENCIA
ARREGLO FOTOVOLTAICO BIPOLAR
LA DESCONEXIÓN DE LOS CONDUCTORES
DEL NEUTRO O LOS PUESTOS A TIERRA
PUEDE OCASIONAR UNA SOBRETENSIÓN
EN EL ARREGLO O EN EL INVERSOR

690.8 Dimensionamiento y corriente de los circuitos

(A) Cálculo de la corriente máxima del circuito. La corriente máxima para un circuito específico se debe calcular de acuerdo con las secciones 690.8 (A) (1) hasta (A) (4).

> **NOTA**: Cuando se aplican los requisitos de las secciones 690.8 (A) (1) y (B) (1), el factor de multiplicación resultante es del 156 por ciento.

(**1**) Corrientes del circuito de la fuente fotovoltaica. La corriente máxima debe ser la suma de la corriente nominal de cortocircuito de los módulos en paralelo multiplicado por el 125 por ciento.

(**2**) Corrientes del circuito fotovoltaico de salida. La corriente máxima debe ser la suma de las corrientes máximas de los circuitos de las fuentes en paralelo, como se calcula en la sección 690.8 (A) (1).

(**3**) Corriente del circuito de salida del inversor. La corriente máxima debe ser la corriente nominal permanente de salida del inversor.

(**4**) Corriente del circuito de entrada de un inversor autónomo. La corriente máxima debe ser la

corriente nominal de entrada permanente del inversor autónomo, cuando el inversor esté produciendo su potencia nominal a la más baja tensión de entrada.

(B) Ampacidad y valor nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente. Se considerarán como permanentes las corrientes de los sistemas fotovoltaicos.

(1) Dimensionamiento de los conductores y los dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los conductores del circuito y los dispositivos de protección contra la sobrecorriente deben dimensionarse de modo que conduzcan como mínimo el 125 por ciento de la corriente máxima calculada según la sección 690.8 (A). Se permitirá que la corriente nominal o el ajuste de disparo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente cumplan lo establecido en las secciones 240.4 (B) y (C).

> *Excepción: Se permitirá utilizar al 100 por ciento de su valor nominal, los circuitos que contengan un ensamble con su(s) dispositivo(s) de protección contra sobrecorriente, que estén listados para su funcionamiento continuo al 100 por ciento de su valor nominal.*

(2) Limitación de la corriente interna. Se permitirá que la protección contra sobrecorriente para los circuitos fotovoltaicos de salida con dispositivos que limiten internamente la corriente proveniente del circuito fotovoltaico de salida, tenga un valor nominal inferior al valor calculado en la sección 690.8 (B) (1). Este valor nominal reducido debe ser por lo menos del 125 por ciento del valor de la corriente limitada. Los conductores del circuito fotovoltaico de salida deben estar dimensionados de acuerdo con la sección 690.8 (B) (1).

> *Excepción: Se permitirá utilizar al 100 por ciento de su valor nominal, un dispositivo de protección contra sobrecorriente en un ensamble listado para su funcionamiento continuo al 100 por ciento de su valor nominal.*

(C) Sistemas con múltiples tensiones de corriente continua. Para una fuente fotovoltaica de alimentación que tiene circuitos de salida de múltiples tensiones y que usa un conductor común de retorno, la ampacidad de dicho conductor no debe ser menor a la suma de las corrientes nominales de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos individuales de salida.

(D) Dimensionamiento de los conductores de interconexión del módulo. Cuando se utiliza un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente para proteger un grupo de dos o más circuitos de módulo conectados en paralelo, la ampacidad de cada uno de los conductores de interconexión del módulo no debe ser inferior a la suma del valor nominal de un solo fusible más el 125 por ciento de la corriente de cortocircuito de los otros módulos conectados en paralelo.

690.9 Protección contra sobrecorriente

(A) Circuitos y equipos. El circuito de una fuente fotovoltaica, el circuito fotovoltaico de salida, el circuito de salida del inversor y los conductores del circuito de la batería de acumuladores y los equipos deben estar protegidos según establece el Artículo 240. Los circuitos conectados a más de una fuente eléctrica deben tener dispositivos de protección contra sobrecorriente instalados de modo que brinden esa protección desde todas las fuentes.

> *Excepción: No se exigirá un dispositivo de protección contra sobrecorriente para*

los conductores del circuito dimensionados de acuerdo con la sección 690.8 (B) y ubicados donde se aplique una de las siguientes condiciones:

(a) No existen fuentes externas tales como circuitos de una fuente conectados en paralelo, baterías o retroalimentación desde inversores.

(b) Las corrientes de cortocircuito provenientes de todas las fuentes no exceden la ampacidad de los conductores.

NOTA: Para establecer si todos los conductores y módulos están debidamente protegidos contra sobrecorriente desde todas las fuentes, se debe tener en cuenta la posible retroalimentación de corriente desde cualquier fuente de alimentación, incluida la alimentación a través de un inversor en el circuito fotovoltaico salida y los circuitos de las fuentes fotovoltaicas.

(B) Transformadores de potencia. Un transformador con una fuente o fuentes conectadas a cada lado se debe proteger contra sobrecorriente de acuerdo con lo establecido en la sección 450.3, considerando primero uno de los lados del transformador como el primario y después el otro lado.

Excepción: Se permitirá que un transformador de potencia, cuya corriente nominal en el lado conectado a la fuente fotovoltaica de alimentación no sea inferior a la corriente nominal de salida de cortocircuito del inversor, no esté protegido contra sobrecorriente desde dicha fuente.

(C) Circuitos de una fuente fotovoltaica. Se permitirá que los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos ramales o los dispositivos complementarios, proporcionen la protección contra sobrecorriente en los circuitos de una fuente fotovoltaica. Dichos dispositivos deben ser accesibles, pero no se exigirá que sean fácilmente accesibles.

Los valores normalizados de los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente permitidos en esta sección se deben dar en incrementos de un ampere, empezando en un ampere y hasta 15 amperios inclusive. Los valores normales superiores a 15 amperios para los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente se deben basar en los valores normales especificados en la sección 240.6 (A).

(D) Valores nominales de corriente continua. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, los fusibles o los interruptores automáticos, que se utilicen en cualquier parte de c.c. de un sistema fotovoltaico de alimentación, deben estar listados para su uso en circuitos de c.c. y deben tener los valores nominales adecuados de tensión, corriente y valor de interrupción.

(E) Protección contra sobrecorriente en serie. Se permitirá un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente en las cadenas de dos o más módulos conectados en serie.

690.10 Sistemas autónomos. El sistema de alambrado de los inmuebles debe ser adecuado para cumplir con los requisitos de este Código para una instalación similar conectada a una acometida. El alambrado del lado de la alimentación del medio de desconexión del edificio o estructura debe cumplir con este Código, con excepción de lo modificado en las secciones 690.10 (A) hasta (D).

(A) Salida del inversor. Se permitirá que la salida de c.a. desde un(os) inversor(es) autónomo(s)

suministre alimentación de c.a. al medio de desconexión del edificio o estructura a niveles de corriente inferiores a la carga calculada conectada a ese desconectivo. El valor nominal de salida del inversor o la de una fuente de energía alternativa deben ser igual o mayor a la carga impuesta por el equipo individual de utilización más grande conectado al sistema. Las cargas calculadas de alumbrado general no se deben considerar con una carga individual.

(B) Dimensionamiento y protección. Los conductores del circuito entre la salida del inversor y el medio de desconexión del edificio o estructura deben estar dimensionados con base en el valor nominal de salida del inversor. Estos conductores deben protegerse de sobrecorrientes de acuerdo con el Artículo 240. Dicha protección debe ubicarse en la salida del inversor.

(C) Una sola alimentación de 120 voltios. Se permitirá que la salida del inversor de un sistema solar fotovoltaico autónomo suministre 120 voltios a un equipo de acometida monofásico, trifilar, de 120/240 voltios, o a paneles de distribución cuando no existan salidas de 240 voltios y cuando no existan circuitos ramales multifilares. En todas las instalaciones, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente conectado a la salida del inversor debe ser menor que el valor nominal de la barra conductora del neutro en el equipo de acometida. Este equipo debe estar marcado con la siguiente leyenda, o equivalente:

ADVERTENCIA
ALIMENTACIÓN INDIVIDUAL DE 120 VOLTIOS.
NO CONECTAR CIRCUITOS RAMALES
MULTIFILARES

(D) Necesidad de almacenamiento de energía o de sistema de alimentación de respaldo. No se exigirá almacenamiento de energía ni sistemas de alimentación de respaldo.

III. Medios de desconexión

690.13 Todos los conductores. Se debe proporcionar un medio que desconecte todos los conductores portadores de corriente de una fuente fotovoltaica de alimentación de todos los demás conductores en un edificio u otra estructura. No se debe instalar un interruptor, un interruptor automático ni otro dispositivo, sea de c.c. o de c.a., en un conductor puesto a tierra, si el funcionamiento de ese interruptor, interruptor automático u otro dispositivo deja al conductor, marcado, puesto a tierra en un estado energizado y no puesto a tierra.

Excepción: Se permitirá que un interruptor o interruptor automático que sea parte del sistema de detección de fallas a tierra exigido por la sección 690.5 abra el conductor puesto a tierra, cuando dicho interruptor o interruptor automático sea abierto automáticamente como una función normal del dispositivo en respuesta a las fallas a tierra. El interruptor o interruptor automático debe indicar la presencia de una falla a tierra.

NOTA. El conductor puesto a tierra puede tener un medio de desconexión, atornillado o con terminal para permitir su inspección y mantenimiento por parte de personal calificado.

690.14 Disposiciones adicionales. Los medios de desconexión para las fuentes de energía fotovoltaicas deben cumplir con las secciones 690.14 (A) hasta (D).

(A) Medio de desconexión. No se exigirá que el medio de desconexión sea adecuado como equipo de acometida, y debe cumplir con la sección 690.17.

(B) Equipo. En el lado fotovoltaico del medio de desconexión de la fuente fotovoltaica se permitirá instalar equipos como seccionadores del circuito de una fuente fotovoltaica, dispositivos de protección contra sobrecorriente y diodos de bloqueo.

(C) Requisitos para el medio de desconexión. Se deben suministrar un medio que desconecte todos los conductores en un edificio u otra estructura de los conductores del sistema fotovoltaico.

(**1**) Ubicación. El medio de desconexión del sistema fotovoltaico se debe instalar en un lugar fácilmente accesible, bien sea en el exterior de un edificio o estructura, o en el interior lo más cerca del punto de entrada de los conductores del sistema.

> *Excepción: Se permitirá que las instalaciones que cumplan con la sección 690.31 (E) tengan el medio de desconexión ubicado en un lugar remoto desde el punto de entrada de los conductores del sistema.*

El medio de desconexión del sistema fotovoltaico no se debe instalar en los baños.

(**2**) Marcado. El medio de desconexión de cada sistema fotovoltaico debe estar marcado permanentemente para identificarlo como desconectivo del sistema fotovoltaico.

(**3**) Adecuado para el uso. El medio de desconexión de cada sistema fotovoltaico debe ser adecuado para las condiciones predominantes. El equipo instalado en lugares (clasificados como) peligrosos debe cumplir con los requisitos de los Artículos 500 hasta 517.

(**4**) Cantidad máxima de desconectivos. El medio de desconexión del sistema fotovoltaico debe tener no más de seis interruptores o seis interruptores automáticos montados en un solo gabinete, en un grupo de envolventes *(enclosures)* separados o dentro o sobre un tablero de distribución.

(**5**) Agrupación. Los medios de desconexión del sistema fotovoltaico se deben agrupar con otros medios de desconexión para que el sistema cumpla lo estipulado en la sección 690.14 (C) (4). No se exigirá un medio de desconexión del sistema fotovoltaico en el lugar del módulo o del arreglo fotovoltaico.

(D) Inversores interactivos de la empresa de servicios públicos montados en lugares que no son fácilmente accesibles. Se permitirá que los inversores interactivos de la empresa de servicios públicos estén montados sobre techos u otras áreas exteriores que no sean fácilmente accesibles. Estas instalaciones deben cumplir las condiciones de los numerales (1) hasta (4).

(**1**) Se debe montar un medio de desconexión del sistema fotovoltaico de corriente continua al alcance de la vista desde el inversor o dentro de él.

(**2**) Se debe montar un medio de desconexión de corriente alterna al alcance de la vista desde el inversor o dentro de él.

(**3**) Los conductores de salida de corriente alterna provenientes del inversor y un medio adicional de desconexión de corriente alterna para el inversor deben cumplir con la sección 690.14 (C) (1).

(**4**) Se debe instalar una placa de acuerdo con la sección 705.10.

690.15 Desconexión de los equipos fotovoltaicos. Se deben instalar los medios para desconectar los equipos como inversores, baterías, controladores de carga y similares de todos los conductores no puestos a tierra de todas las fuentes de energía. Si el equipo está energizado desde más de una fuente, los medios de desconexión deben estar agrupados e identificados.

Se permitirá un solo medio de desconexión, de acuerdo con la sección 690.17, para la salida de c.a. combinada de uno o más inversores o módulos de c.a. en un sistema interactivo.

690.16 Fusibles. Si un fusible está energizado desde ambas direcciones y es accesible a personas no calificadas, se deben instalar los medios de desconexión que lo desconecte de todas las fuentes de alimentación. Dicho fusible en un circuito de alimentación fotovoltaica debe poderse desconectar independientemente de los fusibles que haya en otros circuitos de una fuente fotovoltaica.

690.17 Interruptor o interruptor automático. El medio de desconexión para los conductores no puestos a tierra debe consistir en uno o varios interruptores o interruptores automáticos operables manualmente y deben cumplir con todos los requisitos siguientes:

(1) Estar ubicado donde sea fácilmente accesible.

(2) Ser operable desde el exterior sin que el operador se exponga al contacto con partes vivas.

(3) Estar claramente marcado para indicar cuándo esté en la posición de abierto o cerrado.

(4) Tener un valor nominal de interrupción suficiente para la tensión nominal del circuito y para la corriente disponible en los terminales de línea de los equipos.

Cuando todos los terminales de los medios de desconexión se puedan energizar estando en la posición de abierto, se debe instalar, en el medio de desconexión o lo más cerca posible del mismo, un anuncio claramente legible que indique lo siguiente:

"ADVERTENCIA
PELIGRO DE DESCARGA ELÉCTRICA.
NO TOCAR LOS TERMINALES. LOS TERMINALES,
TANTO EN EL LADO DE LÍNEA COMO EN EL
DE CARGA, PUEDEN ESTAR ENERGIZADOS
EN LA POSICIÓN DE ABIERTO"

Excepción: Se permitirá usar un conector como un medio de desconexión de c.a. o de c.c, siempre que cumpla con los requisitos de la sección 690.33 y esté listado e identificado pare ese uso.

690.18 Instalación y servicio de un arreglo. Se debe emplear un medio de apertura o de puesta en corto circuito o un recubrimiento opaco que permita desactivar un arreglo o partes de un arreglo para

su instalación y servicio.

> **NOTA**. Los módulos fotovoltaicos se energizan cuando están expuestos a la luz. La instalación, sustitución o servicio de los componentes del arreglo, mientras un módulo o módulos son irradiados, puede exponer a choque eléctrico a las personas.

IV. Métodos de alambrado

690.31 Métodos permitidos

(A) Sistemas de alambrado. Se permitirá utilizar todos los métodos de alambrado con canalizaciones y cables incluidos en este Código, y otros sistemas de alambrado y accesorios proyectados específicamente e identificados para su uso en arreglos fotovoltaicos. Cuando se utilicen dispositivos alambrados con envolventes integrales, se debe suministrar una longitud suficiente del cable para que se puedan reemplazar fácilmente.
Cuando los circuitos de salida y de una fuente fotovoltaica que funcionan a tensiones máximas de los sistemas superiores a 30 voltios se instalan en lugares fácilmente accesibles, se deben instalar en una canalización.

> **NOTA**: Los módulos fotovoltaicos funcionan a temperaturas elevadas cuando se exponen a temperaturas ambiente altas y al brillo de la luz solar. Estas temperaturas pueden rutinariamente exceder los 70º C (158º F) en muchos lugares. Los conductores de interconexión de los módulos están disponibles con aislamiento con valor nominal para lugares mojados y temperatura nominal de 90º C (194º F) o más.

(B) Cables de un solo conductor. Se permitirá usar cables de un solo conductor del tipo USE-2 y cables de un solo conductor listados y etiquetados como alambre fotovoltaico (PV), en lugares exteriores expuestos en circuitos de una fuente fotovoltaica para las interconexiones de los módulos fotovoltaicos dentro del arreglo fotovoltaico.

> *Excepción: Se deben usar canalizaciones cuando así lo exija la sección 690.31(A).*

(C) Cables y cordones flexibles. Los cables y cordones flexibles usados para conectar las partes móviles de los módulos de orientación fotovoltaicos, deben cumplir lo establecido en el Artículo 400 y deben ser de un tipo identificado como cordones de uso pesado o como cables portátiles de alimentación; deben ser adecuados para uso extrapesado, estar listados para su uso en exteriores y ser resistentes al agua y a la luz del sol. Su ampacidad permisible debe cumplir lo establecido en la sección 400.5. Cuando la temperatura ambiente supere los 30° C (86° F), la ampacidad se debe reducir mediante los factores de corrección dados ende la Tabla 690.31 (C).

(D) Cables de conductores de calibre pequeño. Para las interconexiones de los módulos se permitirá utilizar cables de un solo conductor listados para su uso en exteriores, y resistentes a la luz del sol y a la humedad, de calibres 16 AWG y 18 AWG, siempre que dichos cables cumplan los requisitos de ampacidad de la sección 690.8. Se debe usar la sección 310.15 para determinar la ampacidad y los factores de reducción debido a la temperatura.

(E) Circuitos de una fuente y de salida fotovoltaicos de corriente continua dentro de un edificio. Cuando los circuitos de una fuente de corriente continua o los de salida fotovoltaicos de un inversor interactivo de una empresa de servicios públicos provenientes de un sistema fotovoltaico integrado en un edificio o de otro sistema fotovoltaico estén tendidos dentro de un edificio o estructura, deben estar dentro de canalizaciones metálicas o gabinetes metálicos, desde el punto de penetración de la superficie del edificio o de la estructura hasta el primer medio de desconexión fácilmente accesible. El medio de desconexión debe cumplir con las secciones 690.14 (A) hasta (D).

(F) Cables flexibles de alambres finos trenzados. Los cables flexibles de alambres finos trenzados deben terminar únicamente con terminales, terminales tipo lengüeta, dispositivos o conectores que estén identificados y listados para dicho uso.

690.32 Interconexión de componentes. Para la interconexión en el sitio, de módulos u otros componentes del arreglo, se permitirá usar accesorios y conectores proyectados para quedar ocultos en el momento del ensamble en el sitio, si están listados para dicho uso. Dichos accesorios y conectores deben ser iguales al método de alambrado empleado en el aislamiento, aumento de temperatura y resistencia a las corrientes de falla y deben ser capaces de resistir las condiciones ambientales en las cuales se vayan a usar.

Tabla 690.31(C). Factores de corrección

Temperatura ambiente (° C)	Temperatura nominal de los conductores				Temperatura ambiente (° F)
	60° C (140º F)	75° C (167° F)	90° C (194° F)	105° C (221° F)	
30	1	1	1	1	86
31-35	0.91	0.94	0.96	0.97	87-95
36-40	0.82	0.88	0.91	0.93	96-104
41-45	0.71	0.82	0.87	0.89	105-113
46-50	0.58	0.75	0.82	0.86	114-122
51-55	0.41	0.67	0.76	0.82	123-131
56-60	--	0.58	0.71	0.77	132-140
61-70	--	0.33	0.58	0.68	141-158
71-80	--	--	0.41	0.58	159-176

690.33 Conectores. Los conectores permitidos por el Artículo 690 deben cumplir lo especificado en las secciones 690.33 (A) hasta (E).

(A) Configuración. Los conectores deben ser polarizados y deben tener una configuración tal que no sean intercambiables con los receptáculos de otros sistemas eléctricos en el inmueble.

(B) Resguardo. Los conectores deben estar construidos e instalados de modo que eviten el contacto accidental de las personas con las partes vivas.

(C) Tipo. Los conectores deben ser del tipo de enganche o de seguridad. Los conectores que son fácilmente accesibles y se usan en circuitos que funcionan a más de 30 voltios nominales de tensión máxima del sistema para circuitos de c.c., o 30 voltios para circuitos de c.a., deben requerir de una herramienta para su apertura.

(D) Elemento de puesta a tierra. El elemento de puesta a tierra debe ser el primero en establecer el contacto con el conector correspondiente y el último en interrumpir.

(E) Interrupción del circuito. Los conectores deben cumplir con el numeral (1) o el (2):

(1) Tener un valor nominal para interrumpir la corriente sin causar riesgos al operador.

(2) Ser de un tipo que requiera del uso de una herramienta para su apertura, y estar marcados con la inscripción "No desconectar bajo carga" o "No usar para interrumpir la corriente".

690.34 Acceso a las cajas. Las cajas de empalme, de paso y de salida ubicadas detrás de los módulos o paneles se deben instalar de modo que el alambrado que contengan se pueda hacer accesible directamente o desplazando un(os) módulo(s) o panel(es) asegurados con sujetadores desmontables y conectados mediante un sistema de alambrado flexible.

690.35 Sistemas de alimentación fotovoltaica no puestos a tierra. Se permitirá que los sistemas de alimentación fotovoltaica funcionen con circuitos fotovoltaicos de fuentes y de salida no puestos a tierra cuando el sistema cumpla lo indicado en las secciones 690.35 (A) hasta (G).

(A) Desconectivos. Todos los conductores de los circuitos fotovoltaicos de una fuente y de salida deben tener desconectivos que cumplan lo indicado en el Artículo 690, Parte III.

(B) Protección contra sobrecorriente. Todos los conductores de los circuitos fotovoltaicos de una fuente y de salida deben tener protección contra sobrecorriente de acuerdo con la sección 690.9.

(C) Protección contra fallas a tierra. Todos los circuitos fotovoltaicos de una fuente y de salida deben tener un dispositivo o sistema de protección contra fallas a tierra que cumpla con los numerales (1) hasta (3):

(1) Detecte una falla a tierra.

(2) Indique que ha ocurrido una falla a tierra.

(3) Desconecte automáticamente todos los conductores o haga que el inversor o el controlador de carga conectados al circuito en falla, suspenda automáticamente la alimentación de energía a los circuitos de salida.

(D) Los conductores de la fuente fotovoltaica deben consistir de uno de los siguientes elementos:

(1) Cables multiconductores con chaqueta no metálica.

(2) Conductores instalados en canalizaciones, o

(3) Conductores listados e identificados como alambre fotovoltaico (PV) instalado como expuesto y de un solo conductor.

(E) Se permitirá usar los circuitos de corriente continua de un sistema de alimentación fotovoltaica con sistemas de baterías no puestos a tierra que cumplan lo especificado en la sección 690.71 (G).

(F) La fuente de alimentación fotovoltaica debe estar etiquetada con la siguiente advertencia en cada caja de empalme, caja del combinador, desconectivo y dispositivo donde los circuitos energizados,

no puestos a tierra puedan estar expuestos durante el servicio:

ADVERTENCIA
PELIGRO DE CHOQUE ELÉCTRICO.
LOS CONDUCTORES DE C.C. DE ESTE SISTEMA
FOTOVOLTAICO NO ESTÁN PUESTOS A TIERRA
Y PUEDEN ESTAR ENERGIZADOS.

(G) Los inversores o los controladores de carga usados en sistemas con circuitos fotovoltaicos de una fuente y de salida no puestos a tierra deben ser listados para ese propósito.

V. Puesta a tierra

690.41 Puesta a tierra del sistema. Para una fuente de alimentación fotovoltaica, un conductor de un sistema bifilar con una tensión del sistema fotovoltaico de más de 50 voltios nominales o el conductor de referencia (derivación central) de un sistema bipolar debe estar sólidamente puesto a tierra o debe utilizar otros métodos que logren una protección equivalente del sistema de acuerdo con la sección 250.4 (A) y que utilicen equipo listado e identificado para ese uso.

Excepción: Sistemas que cumplan con la sección 690.35.

690.42 Punto de conexión de la puesta a tierra del sistema. La conexión de puesta a tierra del circuito de c.c. se debe hacer en cualquier punto (un solo punto) del circuito fotovoltaico de salida.

NOTA. Ubicando el punto de conexión de la puesta a tierra lo más cerca posible de la fuente fotovoltaica, el sistema quedará mejor protegido contra las sobretensiones producidas por las descargas atmosféricas.

Excepción: Se permitirá que los sistemas con un dispositivo de protección contra fallas a tierra, de acuerdo con la sección 690.5, tengan la unión exigida del conductor puesto a tierra con la tierra hecha por el dispositivo de protección contra fallas a tierra. Esta unión, cuando sea interna al equipo de protección contra fallas a tierra, no se debe duplicar con una conexión externa.

690.43 Puesta a tierra de equipos. Se deben poner a tierra todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de los bastidores de los módulos, equipos y envolventes *(enclosures)* de los conductores, de acuerdo con las secciones 250.134 o 250.136 (A), independientemente de su tensión. Se exigirá un conductor de puesta a tierra de equipos entre un arreglo fotovoltaico y otro equipo, de acuerdo con la sección 250.110.

Se permitirá que los dispositivos listados e identificados para la puesta a tierra de los bastidores metálicos de los módulos fotovoltaicos, se unan los bastidores metálicos expuestos de los módulos fotovoltaicos a las estructuras de montaje puestas a tierra. Se permitirá que los dispositivos listados e identificados para la unión de los bastidores metálicos de los módulos fotovoltaicos, unirse los bastidores metálicos expuestos de los módulos fotovoltaicos a los bastidores metálicos de los módulos fotovoltaicos adyacentes.

Los conductores de puesta a tierra de equipos para arreglos fotovoltaicos y estructuras (si se instalan) deben estar dentro de la misma canalización o el mismo cable, o estar tendidos de otra manera con los conductores del circuito del arreglo fotovoltaico cuando tales conductores salgan de la cercanía del arreglo fotovoltaico.

690.45 Calibre del conductor de puesta a tierra de equipos. Los conductores de puesta a tierra de equipos para los circuitos de una fuente fotovoltaica y los circuitos fotovoltaicos de salida se deben dimensionar de acuerdo con las secciones 690.45 (A) o (B).

(A) Generalidades. Los conductores de puesta a tierra de equipos en los circuitos fotovoltaicos de una fuente y de salida deben estar dimensionados de acuerdo con la Tabla 250.122. Cuando no se usa un dispositivo de protección contra sobrecorriente en el circuito, se debe usar valor nominal supuesta del dispositivo de protección contra sobrecorriente en valor nominal fotovoltaico de corriente de cortocircuito en la Tabla 250.122. No se exigirá un incremento en el calibre del conductor de puesta a tierra de equipos para responder a las consideraciones de caída de tensión. Los conductores de puesta a tierra de equipos deben tener un calibre no inferior al 14 AWG.

(B) Sin protección contra fallas a tierra. Para lugares diferentes a las unidades de vivienda donde no se suministra protección contra fallas a tierra, de acuerdo con las secciones 690.5 (A) hasta (C), cada conductor de puesta a tierra de equipos debe tener una ampacidad de por lo menos el doble de la ampacidad corregida por ocupación del conduit y temperatura del conductor del circuito.

> **NOTA**: La corriente de cortocircuito de los módulos y de las fuentes fotovoltaicas es sólo levemente superior al valor nominal de salida normal de plena carga. En condiciones de falla a tierra, estas fuentes no pueden alimentar los altos niveles de corrientes de cortocircuito o de falla a tierra necesarias para activar rápidamente los dispositivos de protección contra sobrecorriente, como en los sistemas típicos de c.a. La protección para los conductores de puesta a tierra de equipos en sistemas fotovoltaicos que no tienen protección contra fallas a tierra se relaciona con el calibre y el valor de resistir, la corriente de falla, del conductor de puesta a tierra de equipos más que con el funcionamiento de un dispositivo de protección contra sobrecorriente.

690.46 Conductores de puesta a tierra de equipos de un arreglo. Los conductores de puesta a tierra de equipos para módulos fotovoltaicos con calibre inferior al 6 AWG deben cumplir con la sección 250.120 (C).

690.47. Sistema del electrodo de puesta a tierra.

(A) Sistemas de corriente alterna. Si se instala un sistema de c.a., se debe instalar un sistema de electrodo de puesta a tierra que cumpla lo establecido en las secciones 250.50 hasta 250.60. El conductor del electrodo de puesta a tierra se debe instalar de acuerdo con la sección 250.64.

(B) Sistemas de corriente continua. Si se instala un sistema de c.c., se debe instalar un sistema de electrodo de puesta a tierra de acuerdo con la sección 250.166 para sistemas puestos a tierra, o con la sección 250.169 para sistemas no puestos a tierra. El conductor del electrodo de puesta a tierra se debe instalar de acuerdo con la sección 250.64.

(C) Sistemas con requisitos de puesta a tierra de corriente continua y corriente alterna. Los sistemas con requisitos de puesta a tierra de corriente continua y corriente alterna deben cumplir con

(C) (1) hasta (C) (8).

(1) Cuando los sistemas de alimentación fotovoltaica tienen requisitos de puesta a tierra tanto de corriente alterna (c.a.) como de corriente continua (c.c.), el sistema de puesta a tierra de c.c. se debe unir al sistema de puesta a tierra de c.a.

(2) Un conductor de unión entre estos dos sistemas se debe dimensionar como el mayor entre los requisitos de c.c., de acuerdo con la sección 690.45, los requisitos de c.a. basados en el valor nominal del dispositivo contra sobrecorriente de corriente alterna del inversor y de la sección 250.122, así como de los requisitos de unión del sistema de la sección 250.28.

(3) Un conductor que sirva tanto como conductor de puesta a tierra de equipos y como parte de la unión entre los sistemas de c.c. y de c.a. para un inversor que incorpora protección contra fallas a tierra en c.c. debe cumplir los requisitos para los puentes de unión de los equipos de la sección 250.102, pero no debe estar sujeto a los requisitos para los puentes de unión de acuerdo con la sección 250.28. Se permitirá usar un solo conductor para realizar la función múltiple de puesta a tierra de c.c., puesta a tierra de c.a. y unión entre los sistemas de c.c. y de c.a.

(4) Un conductor de unión o un conductor de puesta a tierra de equipos que sirva a múltiples inversores, debe estar dimensionado con base en la suma de las corrientes máximas aplicables usadas en el numeral (2).

(5) Se permitirá usar una barra conductora puesta a tierra común para ambos sistemas.

(6) Se permitirá usar un electrodo de puesta a tierra común para ambos sistemas, en cuyo caso el conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar conectado al punto de unión del sistema de tierra de c.a.

(7) El conductor o conductores del electrodo de puesta a tierra deben estar dimensionados para cumplir los requisitos de las secciones 250.66 (sistema de c.a.) y 250.166 (sistema de c.c.)

(8) Para sistemas con inversores interactivos de una empresa de servicios públicos, el sistema de puesta a tierra del inmueble sirve como sistema de puesta a tierra de c.a.

(D) Electrodos adicionales para la puesta a tierra del arreglo. Los electrodos de puesta a tierra se deben instalar de acuerdo con la sección 250.52 en el lugar de todos los arreglos fotovoltaicos montados en el suelo o en postes, y lo más cerca que sea posible al lugar de los arreglos fotovoltaicos montados en el techo. Los electrodos se deben conectar directamente al bastidor o bastidores o estructura del arreglo. El conductor del electrodo de puesta a tierra de c.c. debe estar dimensionado de acuerdo con la sección 250.166. No se permite usar electrodos adicionales como sustituto para los requisitos del conductor de unión de equipos o de puesta a tierra de equipos.

Se permitirá que la estructura de un arreglo fotovoltaico montado en el suelo o en un poste sea considerada como el electrodo de puesta a tierra, si cumple los requisitos de la sección 250.52. Se permitirá que los arreglos fotovoltaicos montados en techos utilicen el bastidor metálico de un edificio o estructura si se cumplen los requisitos de la sección 250.52 (A) (2).

Excepción No. 1: No se exigirá electrodo(s) de puesta a tierra del arreglo cuando la carga servida por el arreglo esté integrada con el arreglo.

Excepción No. 2: No se exigirá un(os) electrodo(s) adicional(es) de puesta a tierra del arreglo, si se encuentra a una distancia máxima de 6 pies del electrodo del alambrado del inmueble.

690.48 Continuidad del sistema de puesta a tierra de equipos. Cuando al retirar un equipo se desconecta la unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y las superficies conductoras expuestas en el equipo del circuito de salida o de la fuente fotovoltaica, se debe instalar un puente de unión mientras el equipo esté removido.

690.49 Continuidad de los conductores puestos a tierra del circuito de salida y de la fuente fotovoltaica. Cuando al retirar el inversor interactivo de una empresa de servicios públicos u otro equipo se desconecta la unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y el conductor puesto a tierra del circuito fotovoltaico de salida y/o el de una fuente fotovoltaica, se debe instalar un puente de unión para mantener la puesta a tierra del sistema mientras el inversor o el equipo esté removido.

690.50 Puentes de unión del equipo. Los puentes de unión del equipo, si se utilizan, deben cumplir con la sección 250.120 (C).

VI. Marcado

690.51 Módulos. Los módulos deben estar marcados con la identificación de la polaridad de puntas o terminales, la corriente nominal máxima del dispositivo de protección contra sobrecorriente del módulo y los siguientes valores:

(1) Tensión de circuito abierto.
(2) Tensión de operación.
(3) Tensión máxima permisible del sistema.
(4) Corriente de funcionamiento.
(5) Corriente de cortocircuito.
(6) Potencia máxima.

690.52 Módulos fotovoltaicos de corriente alterna. Los módulos de corriente alterna deben estar marcados con la identificación de las puntas o terminales y los siguientes valores:

(1) Tensión nominal de funcionamiento de c.a.
(2) Frecuencia nominal de funcionamiento de c.a.
(3) Potencia máxima de c.a.
(4) Corriente máxima de c.a.
(5) Valor nominal máximo del dispositivo de protección contra sobrecorriente para la protección del módulo de c.a.

690.53 Fuente de alimentación fotovoltaica de corriente continua. El instalador debe instalar en el medio de desconexión fotovoltaico una etiqueta permanente para la fuente de alimentación fotovoltaica de corriente continua que indique los numerales (1) hasta (5):

(1) Corriente nominal máxima en el punto de alimentación.
(2) Tensión nominal máxima en el punto de alimentación.
(3) Tensión máxima del sistema.

NOTA para (3): Véase la sección 690.7 (A) con relación a la tensión máxima del sistema fotovoltaico.

(4) Corriente de cortocircuito.

NOTA para (4): Véase la sección 690.8 (A) con relación al cálculo de la corriente máxima del circuito.

(5) Corriente nominal máxima de salida del controlador de carga (si está instalado).

NOTA. Los sistemas reflectantes utilizados para intensificar la irradiancia pueden producir mayores niveles de corriente y potencia de salida.

690.54 Punto de interconexión del sistema interactivo. Todos los puntos de interconexión del sistema o sistemas interactivos con otras fuentes deben marcarse en una ubicación accesible en el medio de desconexión como una fuente de alimentación y con la corriente nominal de salida de c.a. y la tensión nominal de funcionamiento de c.a.

690.55 Sistemas de alimentación fotovoltaica que emplean almacenamiento de energía. Los sistemas de alimentación fotovoltaica que emplean almacenamiento de energía también se deben marcar con la tensión máxima de funcionamiento, incluyendo cualquier tensión de ecualización y la polaridad del conductor del circuito puesto a tierra.

690.56 Identificación de las fuentes de energía.

(A) Instalaciones con sistemas autónomos. Toda estructura o edificio con un sistema de alimentación fotovoltaica que no esté conectado a una fuente de acometida de una empresa de servicios públicos y sea un sistema autónomo debe tener una placa o un directorio permanente instalado en el exterior del edificio o la estructura en un lugar fácilmente visible y aceptable por la autoridad con jurisdicción. La placa o el directorio deben indicar la ubicación del medio de desconexión del sistema, y que la estructura contiene un sistema autónomo de energía eléctrica.

(B) Instalaciones con sistemas fotovoltaicos y acometidas de la empresa de servicios públicos. Los edificios o estructuras con sistemas tanto fotovoltaicos como con una acometida de una empresa de servicios públicos, deben tener una placa o un directorio permanente que indique la ubicación del medio de desconexión de la acometida y del medio de desconexión del sistema fotovoltaico, si no están ubicados en el mismo lugar.

VII. Conexión a otras fuentes de energía

690.57 Desconectivo de carga. Un desconectivo de carga que tenga múltiples fuentes de energía debe desconectar todas las fuentes cuando está en la posición de apagado (off).

690.60 Equipo interactivo identificado. En sistemas interactivos sólo se permitirán inversores y módulos de c.a. listados e identificados como interactivos.

690.61 Pérdida de potencia en un sistema interactivo. Un inversor o un módulo de c.a. de un sistema fotovoltaico solar interactivo debe desenergizar automáticamente su salida a la red de

generación y distribución de energía eléctrica a la cual está conectada, cuando haya una pérdida de tensión en dicho sistema y debe permanecer en tal estado hasta que se restablezca la tensión de la red de generación y distribución de energía eléctrica.

Se permitirá que un sistema solar fotovoltaico normalmente interactivo, opere como un sistema autónomo para alimentar cargas que han sido desconectadas de las fuentes de la red de generación y distribución energía eléctrica.

690.62 Ampacidad del conductor del neutro. Si la salida de un inversor monofásico bifilar está conectada al conductor del neutro y a un conductor no puesto a tierra (únicamente) de un sistema trifilar o de un sistema trifásico tetrafilar conectado en estrella, la carga máxima conectada entre el conductor del neutro y uno cualquiera de los conductores no puestos a tierra, más el valor nominal de salida del inversor, no debe superar la ampacidad del conductor del neutro.

Se permitirá que un conductor usado únicamente para instrumentación, detección de tensión o detección de fase, y conectado a un inversor monofásico o un inversor trifásico interactivo de una compañía de electricidad esté dimensionado para una ampacidad menor a la de otros conductores portadores de corriente y debe ser dimensionado igual o de mayor calibre que el conductor de puesta a tierra de equipos.

690.63 Interconexiones desequilibradas

(A) Monofásico. Los inversores monofásicos para sistemas fotovoltaicos y los módulos de c.a. en sistemas solares fotovoltaicos interactivos, no se debe conectar a un sistema trifásico a menos que el sistema interconectado esté diseñado de modo que no se puedan causar tensiones significativamente desequilibradas.

(B) Trifásico. Los inversores trifásicos y los módulos trifásicos de c.a. en los sistemas interactivos, deben desenergizar automáticamente todas las fases cuando se presente una pérdida o desequilibrio de la tensión en una o más fases, a menos que el sistema interconectado esté diseñado de modo que no se pueda causar un desequilibrio significativo de las tensiones.

690.64 Punto de conexión. La salida de un inversor interactivo de una compañía de electricidad se debe conectar tal como se indica en las secciones 690.64 (A) o (B).

(A) Lado de la alimentación. Se permitirá que la salida de un inversor interactivo de una compañía de electricidad esté conectada al lado de la alimentación del medio de desconexión de la acometida, tal como lo permite la sección 230.82 (6).

(B) Lado de la carga. Se permitirá que la salida de un inversor interactivo de una compañía de electricidad esté conectada al lado de la carga de los medios de desconexión de la acometida de la(s) otra(s) fuente(s) de alimentación en cualquier equipo de distribución de los inmuebles. Cuando el equipo de distribución, incluyendo los tableros de distribución y los paneles de distribución, esté alimentado simultáneamente por una fuente o fuentes primarias de electricidad y uno o más inversores interactivos de la compañía de electricidad, y cuando este equipo de distribución pueda alimentar a múltiples circuitos ramales o alimentadores, o ambos, los medios de interconexión para el inversor o inversores interactivos de la compañía de electricidad deben cumplir con (B) (1) hasta (B) (7).

(**1**) Desconexión y protección contra sobrecorriente. Cada interconexión de una fuente se debe hacer en un medio de desconexión con fusibles o un interruptor automático.

(**2**) Valor nominal del conductor o de la barra conductora. La suma de los valores nominales de corriente de los dispositivos contra sobrecorriente en los circuitos que alimentan una barra colectora o un conductor no debe superar el 120 por ciento de valor nominal de la barra colectora o del conductor. En sistemas con paneles de distribución conectados en serie, se debe usar el valor nominal del primer dispositivo contra sobrecorriente conectado directamente a la salida de un inversor o inversores interactivos de la compañía de electricidad, en los cálculos para todas las barras conductoras y los conductores.

(**3**) Protección contra fallas a tierra. El punto de interconexión debe estar en el lado de la línea de todos los equipos de protección contra fallas a tierra.

> *Excepción: Se permitirá hacer la conexión al lado de la carga de la protección contra fallas a tierra, siempre que haya protección contra fallas a tierra para los equipos, desde todas las fuentes de corriente de fallas a tierra. Los dispositivos de protección contra fallas a tierra usados con alimentaciones conectadas a los terminales del lado de la carga deben estar identificados y listados como adecuados para retroalimentación.*

(**4**) Marcado. Los equipos que tengan dispositivos de protección contra sobrecorriente en los circuitos de alimentación a una barra colectora o conductor alimentados desde fuentes múltiples de energía deben estar marcados indicando la presencia de todas las fuentes.

(**5**) Adecuado para retroalimentación. Los interruptores automáticos, si están retroalimentados, deben ser adecuados para dicho funcionamiento.

> **NOTA**: Los interruptores automáticos que están marcados con "Línea" y "Carga" han sido evaluados únicamente en la dirección marcada. Los interruptores automáticos sin marcas de "Línea" y "Carga" han sido evaluados en ambas direcciones.

(**6**) Sujeción. Se permitirá que para los interruptores automáticos listados del tipo enchufable, con retroalimentación desde inversores interactivos de una compañía de electricidad que cumplan con la sección 690.60 se omita el sujetador adicional exigido normalmente por la sección 408.36(D) para tales aplicaciones.

(**7**) Conexión de salida del inversor. A menos que el panel de distribución tenga un valor nominal no inferior a la suma de las corriente nominales de todos los dispositivos contra sobrecorriente que lo alimentan, se debe ubicar una conexión en el panel de distribución, en el extremo opuesto (de carga) desde la ubicación del alimentador de entrada o del circuito principal. El valor nominal de la barra conductora o del conductor se debe determinar para las cargas conectadas de acuerdo con el Artículo 220. Debe haber una etiqueta permanente de advertencia en el equipo de distribución con la siguiente marca o equivalente:

ADVERTENCIA
CONEXIÓN DE SALIDA DEL INVERSOR
NO REUBICAR ESTE DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN
CONTRA SOBRECORRIENTE

VIII. Baterías de acumuladores

690.71 Instalación

(A) Generalidades. Las baterías de acumuladores de los sistemas solares fotovoltaicos se deben instalar de acuerdo con las disposiciones el Artículo 480. Las celdas de la batería interconectadas deben considerarse como puestas a tierra cuando la fuente de alimentación fotovoltaica está instalada de acuerdo con la sección 690.41.

(B) Viviendas.

(**1**) Tensión de funcionamiento. Las baterías de acumuladores para las viviendas deben tener sus celdas conectadas de modo que funcionen a menos de 50 voltios nominales. Las baterías de acumuladores de plomo ácido para viviendas no deben tener más de 24 celdas de 2 voltios conectadas en serie (48 voltios nominales).

> *Excepción: Cuando no haya partes energizadas accesibles durante las tareas normales de mantenimiento de las baterías, se permitirá que su tensión sea la que se establece en la sección 690.7.*

(**2**) Resguardo de las partes energizadas. Las partes energizadas de los sistemas de baterías para las viviendas deben estar resguardadas para evitar el contacto accidental con personas u objetos, independientemente de la tensión o del tipo de batería.

> **NOTA**. Las baterías de los sistemas solares fotovoltaicos están sometidas a muchos ciclos de carga y descarga y suelen requerir de un mantenimiento frecuente, como comprobar el electrolito y limpiar las conexiones.

(C) Limitación de corriente. Cuando la corriente disponible de cortocircuito de una batería o banco de baterías sea mayor que el valor nominal de interrupción o de resistencia de los demás equipos instalados en el circuito, en cada uno de los circuitos adyacente a las baterías se debe instalar un dispositivo listado, limitador de corriente, de protección contra sobrecorriente. La instalación de fusibles limitadores de corriente debe cumplir lo establecido en la sección 690.16.

(D) Cajas no conductoras de las baterías y bastidores conductores. Las baterías de plomo ácido, ventiladas y con más de 24 celdas de 2 voltios conectadas en serie (48 voltios nominales), no deben usar ni estar instaladas en cajas conductoras. Se permitirán los bastidores conductores utilizados para el soporte de las cajas no conductoras cuando ningún material del bastidor esté a una distancia no mayor a 150 mm (6 pulgadas) de las partes superiores de las cajas no conductoras.

Este requisito no se debe aplicar a ningún tipo de batería de plomo ácido, con válvula de regulación (VRLA) o cualquier otro tipo de baterías selladas que puedan necesitar de cajas de acero para su correcto funcionamiento.

(E) Desconexión de los circuitos de baterías en serie. Los circuitos de baterías sujetos a mantenimiento en campo, cuando están conectadas en serie más de 24 celdas de 2 voltios (48 voltios nominales), deben tener medios que desconecten las cadenas conectadas en serie en segmentos de 24 celdas o menos, para el mantenimiento por parte de personas calificadas. No se permitirán desconectivos atornillados ni enchufables de desconexión sin carga.

(F) Medio de desconexión para el mantenimiento de las baterías. Las instalaciones de baterías donde existen más de 24 celdas de 2 voltios conectadas en serie (48 voltios nominales), deben tener un medio de desconexión, accesible sólo a personas calificadas, que desconecte el conductor o conductores del circuito puestos a tierra en el sistema eléctrico de la batería para su mantenimiento. Este medio de desconexión no debe desconectar el conductor o conductores del circuito puestos a tierra para el resto del sistema eléctrico fotovoltaico. Se permitirá usar como medio de desconexión un interruptor sin valor nominal de desconexión bajo carga.

(G) Sistemas de baterías de más de 48 voltios. En los sistemas fotovoltaicos donde el sistema de baterías consta de más de 24 celdas de 2 voltios conectadas en serie (48 voltios nominales), se permitirá que el sistema de baterías funcione con conductores no puestos a tierra, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

(1) Los circuitos de salida y de la fuente del arreglo fotovoltaico deben cumplir con la sección 690.41.

(2) Los circuitos de carga de c.c. y de c.a. deben estar puestos a tierra sólidamente.

(3) Todos los conductores principales no puestos a tierra del circuito de entrada/salida de las baterías deben tener desconectado interruptor y protección contra sobrecorriente.

(4) Se debe instalar un detector y un indicador de fallas a tierra para monitorear las fallas a tierra en el banco de baterías.

690.72 Control de carga.

(A) Generalidades. Deben instalarse equipos que controlen el proceso de carga de las baterías. No se exigirá control de carga cuando el diseño del circuito de la fuente fotovoltaica corresponda con los requisitos de corriente de carga y tensión nominal de las celdas de batería interconectadas, y la corriente máxima de carga multiplicada por 1 hora sea inferior al 3 por ciento del valor nominal de la capacidad de la batería expresada en amperios-hora o como lo recomiende el fabricante de la batería. Todos los medios de ajuste para el control del proceso de carga deben ser accesibles exclusivamente a personas calificadas.

> **NOTA**: Algunos tipos de batería tales como las de plomo ácido regulados por válvula o de níquel-cadmio pueden experimentar una falla térmica al sobrecargarse.

(B) Controlador de carga por desviación.

(**1**) Medio único de regulación del proceso de carga. Un sistema de alimentación fotovoltaico que utilice un controlador de carga por desviación como el único medio de regulación del proceso de carga de una batería debe estar equipado con un segundo medio independiente para prevenir la sobrecarga

de la batería.

(**2**) Circuitos con controlador de carga por desviación de corriente continua y carga de desviación. Los circuitos que tengan un controlador de carga por desviación de c.c. y una carga de desviación de c.c. deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) La corriente nominal de la carga de desviación debe ser menor o igual a la corriente nominal del controlador de carga por desviación. La tensión nominal de la carga de desviación debe ser mayor que la tensión máxima de la batería. El valor nominal de la carga de desviación debe ser por lo menos del 150 por ciento del valor nominal del arreglo fotovoltaico.

(2) La ampacidad del conductor y el valor nominal del dispositivo contra sobrecorriente para este circuito debe ser por lo menos del 150 por ciento de la corriente nominal máxima del controlador de carga por desviación.

(**3**) Sistemas fotovoltaicos que usan inversores interactivos de la compañía de electricidad. Los sistemas de alimentación fotovoltaica que usan inversores interactivos de la compañía de electricidad para controlar el estado de carga de la batería desviando el exceso de potencia en el sistema de la compañía de electricidad, deben cumplir con los numerales (1) y (2):

(1) No se exigirá que estos sistemas cumplan con la sección 690.72 (B) (2). Los circuitos para regulación de la carga deben cumplir con los requisitos de la sección 690.8.

(2) Estos sistemas deben tener un segundo medio independiente para el control del proceso de carga de la batería para utilizarlo cuando la compañía de electricidad no está presente o cuando el controlador primario de carga falle o esté inhabilitado.

690.74 Interconexiones de las baterías. Dentro de los envolventes *(enclosures)* de las baterías se permitirá instalar cables flexibles, como se identifican en el Artículo 400, de calibre 2/0 AWG y mayores, desde los terminales de las baterías hasta las cajas de empalmes cercanas, donde ellas se deben conectar con los métodos de alambrado aprobados. También se permitirá conectar cables flexibles para baterías entre las baterías y las celdas dentro del envolventes *(enclosures)* de las baterías. Dichos cables deben estar listados para uso pesado y estar identificados como resistentes a la humedad.

Los cables flexibles de alambres finos trenzados únicamente se deben usar con terminales, terminales del tipo lengüeta, dispositivos y conectores listados y marcados para tal uso.

IX. Sistemas con tensión superior a 600 voltios

690.80 Generalidades. Los sistemas solares fotovoltaicos con una tensión máxima del sistema superior a los 600 voltios de c.c. deben cumplir con lo establecido en el Artículo 490 y demás requisitos aplicables a las instalaciones con tensión nominal superior a los 600 voltios.

690.85 Definiciones. Para los propósitos de la Parte IX de este artículo, las tensiones empleadas para determinar el valor nominal del cable y del equipo deben ser:

Circuitos de baterías. En los circuitos de baterías, la tensión más alta experimentada bajo condiciones de carga o de ecualización.

Circuitos fotovoltaicos. En los circuitos de una fuente fotovoltaica y en los circuitos fotovoltaicos de salida, la máxima tensión del sistema.

ARTÍCULO 692
Sistemas de celdas de combustible

I. Generalidades.

692.1 Alcance. Este artículo identifica los requisitos para la instalación de sistemas de energía de celdas de combustible, los cuales pueden ser autónomos o interactivos con otras fuentes de generación de energía eléctrica y que pueden tener o no almacenamiento de energía eléctrica, tal como las baterías. Estos sistemas pueden tener salida de corriente alterna o corriente continua para utilización.

692.2 Definiciones.

Celda de combustible. Sistema electroquímico que consume combustible para producir una corriente eléctrica. La reacción química principal utilizada en una celda de combustible para producir energía eléctrica no es la combustión. Sin embargo, puede haber fuentes de combustión utilizadas dentro de todo el sistema de celdas de combustible, tales como procesadores de combustible/reformadores.

Circuito de salida. Conductores utilizados para conectar el sistema de celdas de combustible con su punto eléctrico de entrega. En el caso de los sitios que tienen unidades múltiples conectadas en serie o en paralelo, el término circuito de salida también se refiere a los conductores utilizados para la interconexión eléctrica del sistema o sistemas de celdas de combustible.

Punto de acople común. Punto en el cual se presenta la interfaz de la red de generación y distribución de energía eléctrica y el cliente, en un sistema interactivo. Por lo general, este es el lado de carga del medidor de la red de energía.

Sistema autónomo. Sistema de celdas de combustible que suministra potencia independientemente de una red de generación y distribución de energía eléctrica.

Sistema de celdas de combustible. Conjunto completo de equipo utilizado para convertir combustible químico en electricidad utilizable. Por lo general, un sistema de celdas de combustible consta de un reformador, un grupo de unidades aisladoras, un inversor de potencia y el equipo auxiliar.

Sistema interactivo. Sistema de celdas de combustible que funciona en paralelo con una red de generación y distribución de energía eléctrica y que puede entregar energía a dicha red. Para el propósito de esta definición, un subsistema de almacenamiento de energía de un sistema de celdas de combustible, como una batería, no es otra fuente de generación eléctrica.

Tensión máxima del sistema. Tensión máxima de salida del inversor de la celda de combustible entre cualesquiera conductores no puestos a tierra presentes en los terminales de salida accesibles.

692.3 Otros artículos. Siempre que los requisitos de otros artículos de este Código y del Artículo 692 difieran, se deben aplicar los requisitos del Artículo 692 y, si el sistema se opera en paralelo con una fuente o fuentes primarias de electricidad, se deben aplicar los requisitos de las secciones 705.14, 705.16, 705.32 y 705.143.

692.4 Instalación.

(A) Sistema de celdas de combustible. Se permitirá que un sistema de celdas de combustible alimente a un edificio u otra estructura además de la(s) acometida(s) de otro(s) sistema(s) de alimentación de electricidad.

(B) Identificación. En cada lugar del equipo de acometida se debe instalar una placa o un directorio permanente que indique todas las fuentes de energía eléctrica sobre o dentro del inmueble.

692.6 Requisitos de listado. El sistema de celdas de combustible se debe evaluar y listar para su aplicación proyectada antes de la instalación.

II. Requisitos del circuito

692.8 Dimensionamiento del circuito y corriente.

(A) Corriente nominal del circuito por placa de características. La corriente nominal del circuito por placa de características debe ser la corriente nominal que se indica en la placa o placas de características de las celdas de combustible.

(B) Ampacidad del conductor y valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente. La ampacidad de los conductores del circuito alimentador desde el sistema o sistemas de celdas de combustible hasta el sistema de alambrado del inmueble, no debe ser inferior al mayor de los siguientes valores (1) la corriente nominal del circuito según la(s) placa(s) de características, o (2) al valor nominal del (los) dispositivo(s) de protección contra sobrecorriente del sistema(s) de celdas de combustible.

(C) Ampacidad del conductor del neutro o el puesto a tierra. Si la salida o salidas de las celdas de combustible monofásicas, bifilares, interactivas están conectadas al conductor del neutro o al conductor puesto a tierra y a un sólo conductor no puesto a tierra de un sistema trifilar o de un sistema trifásico, tetrafilar, conectado en estrella, la corriente de carga máxima desequilibrada del neutro más el valor nominal de salida del sistema o sistemas de celdas de combustible no debe exceder la ampacidad del conductor del neutro o del conductor puesto a tierra.

692.9 Protección contra sobrecorriente.

(A) Circuitos y equipo. Si el sistema de celdas de combustible tiene una protección contra sobrecorriente suficiente para proteger los conductores del circuito que alimentan la carga, no se exigirán dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente del circuito. El equipo y los conductores conectados a más de una fuente eléctrica deben estar protegidos.

(B) Accesibilidad. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben ser fácilmente accesibles.

692.10. Sistemas autónomos. El sistema de alambrado del inmueble debe cumplir con los requisitos de este Código, excepto lo modificado por las secciones 692.10 (A), (B) y (C).

(A) Salida del sistema de celdas de combustible. Se permitirá que la salida del sistema de celdas de combustible proveniente de un sistema autónomo alimente con potencia de corriente alterna al medio

de desconexión del edificio o la estructura, a niveles de corriente por debajo del valor nominal del medio de desconexión.

(B) Dimensionamiento y protección. Los conductores del circuito entre la salida del sistema o sistemas de celdas de combustible y el medio de desconexión del edificio o la estructura se deben dimensionar con base en el valor nominal de salida del sistema o sistemas de celdas de combustible. Estos conductores se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con la sección 240.4. La protección contra sobrecorriente se debe ubicar en la salida del sistema o sistemas de pilas de combustible.

(C) Una sola alimentación a 120 voltios nominales. Se permitirá que la salida del inversor de un sistema de celdas de combustible autónomo alimente a 120 voltios nominales, a un equipo de acometida monofásico, trifilar a 120/240 voltios o a paneles de distribución cuando no haya cargas de 240 voltios ni circuitos ramales multifilares. En todas las instalaciones, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente conectado a la salida del sistema o sistemas de celdas de combustible, debe ser inferior al valor nominal del equipo de acometida. Este equipo debe estar marcado de la siguiente manera:

ADVERTENCIA
ALIMENTACIÓN ÚNICA DE 120 VOLTIOS.
NO CONECTAR CIRCUITOS RAMALES
MULTIFILARES

III. Medios de desconexión

692.13 Todos los conductores. Se debe suministrar un medio para desconectar todos los conductores portadores de corriente de la fuente de alimentación del sistema de celdas de combustible de todos los demás conductores en un edificio u otra estructura.

692.14 Disposiciones. Las disposiciones de las secciones 225.31 y 225.33 hasta 225.40 se deben aplicar a los medios de desconexión de la fuente de la celda de combustible. No se exigirá que el medio de desconexión sea adecuado como equipo de acometida, y su valor nominal debe estar de acuerdo con la sección 692.17.

692.17 Interruptor o interruptor automático. El medio de desconexión para los conductores no puestos a tierra debe consistir en un(os) interruptor(es) o un(os) interruptor(es) automático(s), fácilmente accesibles y de operación manual.
Cuando todos los terminales del medio de desconexión puedan estar energizados en la posición de abierto, se debe colocar un anuncio de advertencia sobre o junto al medio de desconexión. El anuncio debe ser claramente visible y tener la siguiente inscripción o equivalente:

PELIGRO
PELIGRO DE CHOQUE ELÉCTRICO
NO TOCAR LOS TERMINALES
LOS TERMINALES TANTO EN EL LADO
DE LA LÍNEA COMO EN EL LADO DE LA
CARGA PUEDEN ESTAR ENERGIZADOS
EN LA POSICIÓN DE ABIERTO

IV. Métodos de alambrado

692.31 Sistemas de alambrado. Se permitirá utilizar todos los métodos de alambrado de cable y canalización incluidos en el Capítulo 3 de este Código y otros sistemas de alambrado y accesorios proyectados específicamente e identificados para el uso con sistemas de celdas de combustible. Cuando se utilizan dispositivos de alambrado con envolventes integrales, se debe suministrar una longitud suficiente de cable para facilitar su reemplazo.

V. Puesta a tierra

692.41 Puesta a tierra del sistema.

(A) Sistemas de c.a. La puesta a tierra de los sistemas de corriente alterna debe estar de acuerdo con la sección 250.20, y con la sección 250.30 para sistemas autónomos.

(B) Sistemas de c.c. La puesta a tierra de los sistemas de corriente continua debe estar de acuerdo con la sección 250.160.

(C) Sistemas con requisitos de puesta a tierra de corriente alterna y corriente continua. Cuando los sistemas de energía de celdas de combustible tengan requisitos de puesta a tierra tanto de corriente alterna (c.a.) como de corriente continua (c.c.), el sistema de puesta a tierra de c.c. se debe unir al sistema de puesta a tierra de c.a. El conductor de la unión debe estar dimensionado de acuerdo con la sección 692.45. Un sólo electrodo común de puesta a tierra y una barra conductora de puesta a tierra se pueden utilizar para ambos sistemas, en cuyo caso el conductor del electrodo común de puesta a tierra debe estar dimensionado para cumplir los requisitos de las secciones 250.66 (sistema de c.a.) y 250.166 (sistema de c.c.).

692.44Conductor de puesta a tierra de equipos. Se debe instalar un conductor separado de puesta a tierra de equipos.

692.45 Calibre del conductor de puesta a tierra de equipos. El calibre del conductor de puesta a tierra de equipos debe estar de acuerdo con lo indicado en la sección 250.122.

692.47 Sistema del electrodo de puesta a tierra. Todo electrodo o electrodos de puesta a tierra auxiliares exigidos por el fabricante se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos que se especifica en la sección 250.118.

VI. Marcado

692.53 Fuentes de alimentación de celdas de combustible. Se debe colocar el marcado en el medio de desconexión para la fuente de alimentación de celdas de combustible en un lugar accesible en el sitio, el cual debe especificar el sistema de celdas de combustible, la tensión de salida, el valor nominal de salida y el valor nominal de corriente permanente de salida.

692.54 Cierre del combustible. La ubicación de la válvula manual de cierre del combustible se debe marcar en el lugar del medio primario de desconexión del edificio o de los circuitos alimentados.

692.56 Energía almacenada. Se exigirá que un sistema de celdas de combustible que almacena energía eléctrica tenga el siguiente anuncio de advertencia o su equivalente, ubicado en el medio de desconexión de la acometida del inmueble:

ADVERTENCIA
EL SISTEMA DE ENERGÍA DE CELDAS
DE COMBUSTIBLE CONTIENE
DISPOSITIVOS DE ALMACENAMIENTO
DE ENERGÍA ELÉCTRICA

VII. Conexión a otros circuitos

692.59 Interruptor de transferencia. Se exigirá un interruptor de transferencia en los sistemas interactivos que no pertenecen a la red y que utilizan la red de la compañía de electricidad como respaldo. El interruptor de transferencia debe mantener la separación entre la red de generación y distribución de energía eléctrica y el sistema de celdas de combustible. Se permitirá que el interruptor de transferencia se ubique externa o internamente a la unidad del sistema de celdas de combustible. Cuando los conductores de la acometida de la compañía de electricidad a la estructura están conectados al interruptor de transferencia, dicho interruptor debe cumplir lo indicado en el artículo 230, Parte V.

692.60 Equipo interactivo identificado. En los sistemas interactivos únicamente se permitirán sistemas de celdas de combustible listados e identificados como interactivos.

692.61 Características de salida. La salida de un sistema de celdas de combustible que funciona en paralelo con un sistema de alimentación eléctrica, debe ser compatible con la tensión, forma de onda y frecuencia del sistema al cual está conectada.

> **Nota**: El término compatible no significa necesariamente la igualdad con la forma de onda de la fuente primaria.

692.62 Pérdida de potencia en el sistema interactivo. El sistema de celdas de combustible debe tener un medio para detectar cuándo la red de generación y distribución de energía eléctrica se ha desenergizado, y no debe alimentar el lado que corresponde a dicha red del punto de acople común durante esta condición. El sistema de celdas de combustible debe permanecer en dicho estado hasta que se haya restaurado la tensión de la red de generación y distribución de energía eléctrica.

Se permitirá que un sistema de celdas de combustible normalmente interactivo funcione como un sistema autónomo para alimentar cargas que han sido desconectadas de las fuentes de la red de generación y distribución de energía eléctrica.

692.64 Interconexiones desequilibradas.

(A) Monofásicas. Los sistemas de celdas de combustible interactivos monofásicos no se deben conectar a un sistema de alimentación trifásico, a menos que el sistema interactivo esté diseñado de tal manera que no se produzcan tensiones desequilibradas significativas.

(B) Trifásicas. En los sistemas de celdas de combustible interactivos trifásicos todas las fases se deben desenergizar automáticamente con la pérdida de tensión, o con el desequilibrio de la tensión en

una o más fases, a menos que el sistema interactivo esté diseñado de manera tal que no se produzcan tensiones desequilibradas significativas.

692.65 Punto de conexión interactivo de la compañía de electricidad. La salida de un inversor interactivo de la compañía de electricidad debe estar conectada tal como se especifica en la sección 692.65 (A) o (B).

(A) Lado de la alimentación. Se permitirá que la salida de un inversor interactivo de la compañía de electricidad esté conectada al lado de la alimentación del medio de desconexión de la acometida tal como se permite en la sección 230.82 (6).

(B) Lado de la carga. Se permitirá que la salida de un inversor interactivo de la compañía de electricidad esté conectada al lado de la carga del medio de desconexión de la acometida de otra fuente o fuentes, en cualquier equipo de distribución en el inmueble. Cuando el equipo de distribución, incluyendo los tableros de distribución y los paneles de distribución, esté alimentado simultáneamente por una fuente o fuentes primarias de electricidad y uno o más inversores interactivos de la compañía de electricidad, y cuando este equipo de distribución tiene la capacidad de alimentar múltiples circuitos ramales, alimentadores, o ambos, las disposiciones para la interconexión para el inversor o inversores interactivos de la compañía de electricidad deben cumplir con lo indicado en (B) (1) hasta (B) (7).

(**1**) Desconectivo y protección contra sobrecorriente dedicado. Cada interconexión de la fuente se debe hacer en un medio de desconexión dedicado, con fusibles o con un interruptor automático.

(**2**) Valor nominal del conductor o de la barra conductora. La suma de las corrientes nominales de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en los circuitos que alimentan a una barra colectora o a un conductor no debe exceder el 120 por ciento del valor nominal de la barra colectora o del conductor.

(**3**) Protección contra fallas a tierra. El punto de interconexión debe estar en el lado de la línea de todos los equipos de protección contra fallas a tierra.

> *Excepción: Se permitirá hacer la conexión al lado de la carga de la protección contra fallas a tierra, siempre que haya protección contra fallas a tierra para los equipos, desde todas las fuentes de corriente de falla a tierra. Los dispositivos de protección contra fallas a tierra usados con alimentaciones conectadas a los terminales del lado de la carga deben estar identificados y listados como adecuados para retroalimentación.*

(**4**) Marcado. Los equipos que tengan dispositivos de protección contra sobrecorriente en los circuitos de alimentación a una barra colectora o a un conductor alimentados desde fuentes múltiples de energía deben estar marcados indicando la presencia de todas las fuentes.

(**5**) Adecuado para retroalimentación. Los interruptores automáticos, si están retroalimentados, deben ser adecuados para dicho funcionamiento.

> **Nota**: Los interruptores automáticos que están marcados con "Línea" y "Carga" han sido evaluados únicamente en la dirección marcada. Los interruptores automáticos sin marcas de "Línea" y "Carga" han sido evaluados en ambas direcciones.

(**6**) Sujeción. Se permitirá que en los interruptores automáticos listados del tipo enchufable,

retroalimentados desde inversores interactivos de la compañía de electricidad que cumplan con la sección 692.60 se omita el sujetador adicional exigido normalmente por la sección 408.36 (D) para tales aplicaciones.

(**7**) Conexión de salida del inversor. A menos que el panel de distribución tenga un valor nominal no inferior a la suma de las corriente nominales de todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente que lo alimentan, se debe ubicar una conexión en el panel de distribución, en el extremo opuesto (de carga) desde el lugar de entrada del alimentador o del circuito principal. El valor nominal de la barra conductora o del conductor se debe determinar para las cargas conectadas de acuerdo con el Artículo 220. Debe haber una etiquetada permanente de advertencia en el equipo de distribución con la siguiente marca o equivalente:

ADVERTENCIA
CONEXIÓN DE SALIDA DEL INVERSOR
NO REUBICAR ESTE DISPOSITIVO DE
PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE

VIII. Salidas de más de 600 voltios

692.80 Generalidades. Los sistemas de celdas de combustible con una tensión de salida máxima superior a 600 voltios de c.a. deben cumplir con los requisitos de otros artículos aplicables a tales instalaciones.

ARTÍCULO 695
Bombas contra incendios

695.1 Alcance

> **NOTA**: Las reglas que están seguidas por una referencia entre corchetes contienen textos que han sido tomados de la publicación NFPA 20-2007, Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection. Únicamente se han hecho cambios editoriales al texto tomado para que sea consistente con este Código.

(A) Cubrimiento. Este artículo trata de la instalación de:

(1) Las fuentes de alimentación eléctrica y circuitos de interconexión.

(2) Los equipos de desconexión y control dedicados a accionadores de bombas contra incendios.

(B) Temas que no cubre. Este artículo no cubre:

(1) El desempeño, mantenimiento y pruebas de aceptación de los sistemas de bombas contra incendios ni del alambrado interno de los componentes del sistema.

(2) Bombas de mantenimiento de la presión ("jockey" o de incremento).

> **NOTA**. Para más información, véase la publicación NFPA 20-2007, Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection.

695.2 Definiciones.

Circuitos de control externo tolerantes a las fallas. Aquellos circuitos de control que o entran o salen del envolvente del controlador de la bomba contra incendios, que si se rompen, desconectan o ponen en cortocircuito no evitarán que el controlador arranque la bomba contra incendios desde los otros medios internos o externos y pueden hacer que el controlador arranque la bomba bajo estas condiciones.

Generador de reserva en el sitio. Instalación que genera energía eléctrica en el sitio como alimentación alternativa de energía eléctrica. Difiere de una instalación de generación de energía en el sitio en que no genera energía constantemente.

Instalación de generación de energía en el sitio. Alimentación normal de energía eléctrica para el sitio que se espera esté generando energía constantemente.

695.3 Fuente o fuentes de alimentación para motores eléctricos de accionamiento de las bombas contra incendios. Los motores eléctricos de accionamiento de las bombas contra incendios deben tener una fuente confiable de alimentación.

(A) Fuentes individuales. La fuente de alimentación para un motor eléctrico de accionamiento de una bomba contra incendios debe ser una o más de las enumeradas a continuación, siempre que sea confiable y capaz de conducir indefinidamente la suma de las corrientes de rotor bloqueado del motor o motores de la bomba contra incendios, y del motor o motores de la bomba de mantenimiento de

presión, al igual que la corriente de plena carga del equipo accesorio asociado con la bomba contra incendios, al estar conectados a dicha fuente de alimentación.

(1) Conexión a la acometida de una red pública eléctrica. Se permitirá la alimentación de una bomba contra incendios mediante una acometida separada o una conexión ubicada antes del medio de desconexión de la acometida pero no dentro del mismo gabinete, envolvente o sección vertical del tablero de distribución del mismo. La conexión debe ubicarse y organizarse de manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de daño por incendios desde el interior de los inmuebles y a causa de exposiciones riesgosas. Una derivación antes del medio de desconexión de la acometida debe cumplir con lo establecido en la sección 230.82 (5). El equipo de acometida debe cumplir con los requisitos de etiquetado de la sección 230.2 y los requisitos de ubicación de la sección 230.72 (B). [20:9.2.2]

(2) Instalación de generación de energía eléctrica en el sitio. Se permitirá que una bomba contra incendios se alimente de una instalación de generación de energía eléctrica en el sitio. Dicha instalación debe estar ubicada y protegida de modo que se reduzca al mínimo la posibilidad de daños por incendios. [20:9.2.3]

(B) Fuentes múltiples. Si no se puede obtener una alimentación confiable desde una de las fuentes descritas en la sección 695.3 (A), se debe realizar la alimentación desde una combinación aprobada de dos o más de tales fuentes; o desde una combinación aprobada de alimentadores consistente en dos o más fuentes de alimentación como se describe en la sección 695.3 (B) (2), o desde una combinación aprobada de una o más de dichas fuentes en combinación con un generador de reserva ubicado en el sitio que cumpla con las secciones 695.3 (B) (1) y (B) (3).

(**1**) Capacidad del generador. El generador o los generadores ubicados en el sitio empleados para cumplir con lo establecido en esta sección deben ser de suficiente capacidad para permitir el arranque y operación normal del motor o motores que accionan la(s) bomba(s) contra incendios mientras alimenta todas las otras cargas operadas simultáneamente. Se permitirá la liberación automática de una o más cargas opcionales de reserva, a fin de cumplir con estos requisitos de capacidad. No se exigirá una derivación ubicada antes del medio de desconexión de un generador en el sitio. No se deben aplicar los requisitos de la sección 430.113. [20:9.6.1]

(**2**) Fuentes del alimentador. Esta sección se aplica a complejos de estilo campus de múltiples edificios, con bombas contra incendios en una o más de los edificios. Cuando no son viables las fuentes de la sección 695.3(A), y se cuenta con la aprobación de la autoridad con jurisdicción, se permitirán dos o más fuentes para un alimentador como una fuente de alimentación o como más de una fuente de alimentación cuando dichos alimentadores están conectados a acometidas separadas de una compañía de servicios públicos o se derivan de estas. La conexión o las conexiones, el (los) dispositivo(s) de protección contra sobrecorriente y los medios de desconexión para tales alimentadores deben cumplir con los requisitos de la sección 695.4 (B). [20:9.2.2(4)]

(**3**) Organización. Las fuentes de alimentación deben estar organizadas de modo que un incendio en una fuente no cause una interrupción en otra fuente.

695.4 Continuidad de la alimentación. Los circuitos que alimentan los motores eléctricos de accionamiento de las bombas contra incendios deben supervisarse a fin de evitar una desconexión inadvertida, de acuerdo con las secciones 695.4 (A) o (B).

(A) Conexión directa. Los conductores de alimentación deben conectar directamente las fuentes de

alimentación a un controlador listado de bombas contra incendios, o a una combinación listada de controlador de bomba contra incendios e interruptor de transferencia.

Cuando la fuente de alimentación está dada por un generador o generadores en el sitio, los conductores de alimentación se deben conectar a un medio de desconexión del generador dedicado al propósito de alimentar la bomba contra incendios.

(B) Conexión supervisada. Se permitirá instalar un único medio de desconexión y el(los) dispositivo(s) asociado(s) de protección contra sobrecorriente entre una fuente de alimentación remota y uno de los siguientes:

(1) Un controlador listado de bombas contra incendios.

(2) Un interruptor de transferencia listado de alimentación de bombas contra incendios.

(3) Una combinación listada de controlador de bomba contra incendios e interruptor de transferencia.

Para sistemas instalados conforme a las disposiciones de la sección 695.3 (B) (2) únicamente, se permitirá dicho medio de desconexión adicional y el(los) dispositivo(s) asociado(s) de protección contra sobrecorriente con el fin de cumplir con las otras disposiciones de este Código. Se deben seleccionar dispositivos de protección contra sobrecorriente entre un generador de reserva en el sitio y un controlador de la bomba contra incendios y deben estar dimensionados de acuerdo con la sección 430.62 para proporcionar únicamente protección contra cortocircuito. Todos los dispositivos de desconexión y los dispositivos de protección contra sobrecorriente que sean únicos para las cargas de la bomba contra incendios deben cumplir con las secciones 695.4 (B) (1) hasta (B) (5).

(**1**) Selección del dispositivo contra sobrecorriente. El(los) dispositivo(s) de protección contra sobrecorriente se debe(n) seleccionar o ajustarse para conducir de forma indefinida la suma de la corriente de rotor bloqueado del motor o motores de la bomba contra incendios y de (los) motor(es) de la bomba de mantenimiento de la presión, así como la corriente de plena carga del equipo accesorio asociado de la bomba contra incendios cuando están conectados a esta alimentación.

Se debe usar el siguiente dispositivo de protección contra sobrecorriente estándar de acuerdo con la sección 240.6. El requisito de conducir indefinidamente las corrientes de rotor bloqueado no se debe aplicar a los conductores o dispositivos diferentes a los de protección contra sobrecorriente en el circuito o circuitos del motor de la bomba contra incendios.

(**2**) Medio de desconexión. El medio de desconexión debe cumplir con todas las condiciones siguientes:

(1) Estar identificado como adecuado para emplearse como equipo de acometida.

(2) Poder bloquearse en la posición de cerrado.

(3) No estar ubicado dentro del equipo que alimenta cargas diferentes a la bomba contra incendios.

(4) Estar ubicado lo suficientemente lejos de otro edificio u otro medio de desconexión de la alimentación de la bomba contra incendio, de modo que sea improbable la operación inadvertida simultánea.

(**3**) Marcado de la desconexión. El medio de desconexión debe estar marcado "Medio de desconexión de la bomba contra incendios". Las letras deben tener una altura mínima de 25 mm (1 pulgada) y deben ser visibles sin abrir las puertas o cubiertas del envolvente.

(**4**) Marcado del controlador. Debe colocarse un cartel adyacente al controlador de la bomba contra incendios, indicando la ubicación del medio de desconexión y de la llave (si el medio de desconexión está bloqueado con llave).

(**5**) Supervisión. Se debe supervisar el medio de desconexión en la posición cerrada, mediante uno de los siguientes métodos:

(1) Dispositivo de señales de estación remota, especial, o de estación central.

(2) Servicio de señalización local que inicie el funcionamiento de una señal audible en un punto atendido constantemente.

(3) Bloqueo del medio de desconexión en la posición cerrada.

(4) Sellamiento del medio de desconexión e inspecciones aprobadas y registradas semanalmente, cuando el medio de desconexión se ubique dentro de envolventes resguardados o en construcciones bajo el control del propietario. [20:9.2.3.3]

695.5 Transformadores. Cuando la tensión del sistema o de la acometida es diferente de la tensión de utilización del motor de la bomba contra incendios, se permitirá instalar transformadores protegidos por medios de desconexión y dispositivos de protección contra sobrecorriente entre la alimentación del sistema y el controlador de la bomba contra incendios, de acuerdo con las secciones 695.5(A) y (B) o (C). Se permitirá que únicamente los transformadores que cubre la sección 695.5(C) alimenten cargas no asociadas directamente con el sistema de la bomba contra incendios.

(A) Dimensionamiento. Cuando un transformador alimente un motor eléctrico de accionamiento de una bomba contra incendios, el valor nominal de corriente debe ser como mínimo del 125 por ciento de la suma de las cargas del(los) motor(es) de la bomba contra incendios y, la del(los) motor(es) de la(s) bomba(s) de mantenimiento de la presión, y del 100 por ciento de los equipos accesorios asociados con la bomba contra incendios, alimentados por el transformador.

(B) Protección contra sobrecorriente. El(los) dispositivo(s) de protección contra sobrecorriente del primario se debe seleccionar o ajustar para conducir de forma indefinida la suma de la corriente de rotor bloqueado del(los) motor(es) de la bomba contra incendios, la del(los) motor(es) de la bomba para mantenimiento de la presión y la corriente de plena carga de los equipos accesorios asociados a la bomba contra incendios que estén conectados al mismo circuito de alimentación. No se permitirá protección contra sobrecorriente del secundario. El requisito de conducir indefinidamente las corrientes de rotor bloqueado no se debe aplicar a los conductores o dispositivos diferentes de los de protección contra sobrecorriente en el circuito o circuitos del motor de la bomba contra incendios.

(C) Fuentes del alimentador. Cuando se proporciona una fuente del alimentador de acuerdo con la sección 695.3 (B) (2), se permitirá que los transformadores que alimentan el sistema de la bomba contra incendios también alimenten otras cargas. Todas las demás cargas deben calcularse de acuerdo con el Artículo 220, incluyendo los factores de demanda, según sea aplicable.

(**1**) Dimensionamiento. Los transformadores deben tener un valor nominal de mínimo el 125 por ciento de la suma de: las cargas del motor o motores de la(s) bomba(s) contra incendios y las cargas del(los) motor(es) de la(s) bomba(s) de mantenimiento de la presión y del 100 por ciento de la carga restante alimentada por el transformador.

(**2**) Protección contra sobrecorriente. Se deben coordinar el tamaño del transformador, el calibre del alimentador y el (los) dispositivo(s) de protección contra sobrecorriente, de modo que la protección contra sobrecorriente se suministre para el transformador de acuerdo con lo establecido en la sección 450.3, para el alimentador de acuerdo con la sección 215.3, y sea tal que el dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecorriente se seleccionen o se ajusten para conducir indefinidamente la suma de las corrientes de rotor bloqueado del motor o motores de la bomba contra incendios y la del motor o motores de la bomba para mantenimiento de la presión, la corriente de plena carga del equipo accesorio asociado con la bomba contra incendios y el 100 por ciento de las cargas restantes alimentadas por el transformador. El requisito de conducir indefinidamente las corrientes de rotor bloqueado no se debe aplicar a los conductores o dispositivos diferentes de los de protección contra sobrecorriente en el circuito o circuitos del motor de la bomba contra incendios.

695.6 Alambrado de fuerza. Los métodos de alambrado y los circuitos de fuerza deben cumplir con los requisitos de las secciones 695.6 (A) hasta (H) y estar de acuerdo con lo permitido en la sección 230.90(A), Excepción No. 4, sección 230.94, Excepción No. 4, sección 240.13; 230.208; 240.4 (A) y 430.31.

(A) Conductores de la acometida. Los conductores de alimentación deben estar físicamente tendidos por la parte exterior del (de los) edificio(s) y estar instalados como conductores de entrada de la acometida, de acuerdo con las disposiciones de las secciones 230.6, 230.9 y las Partes III y IV del Artículo 230. Cuando físicamente no puedan instalarse los conductores por fuera del edificio, se permitirá tenderlos a través de los edificios, siempre que estén instalados de conformidad con la sección 230.6 (1) ó (2). Cuando una bomba contra incendios esté alambrada de acuerdo con las disposiciones de la sección 695.3 (B) (2), este requisito debe aplicarse a todos los conductores de alimentación en el lado de la carga del medio de desconexión de la acometida, que constituye la fuente normal de alimentación de esa bomba contra incendios.

> *Excepción: Cuando existen múltiples fuentes de alimentación con un medio para la conexión automática desde una fuente a la otra, el requisito sólo se debe aplicar a aquellos conductores en el lado de la carga de dicho punto de conexión automática entre las fuentes.*

(B) Conductores del circuito. Los conductores de alimentación de la bomba contra incendios en el lado de la carga del medio de desconexión final y el(los) dispositivo(s) contra sobrecorriente permitidos de acuerdo con la sección 695.4 (B), deben mantenerse completamente independientes del restante alambrado. Dichos conductores deben alimentar solamente cargas que estén directamente asociadas con el sistema de la bomba contra incendios, y deben protegerse de modo que resistan el daño potencial por incendio, falla estructural o accidente operacional. Se permitirá su instalación a través del (de los) edificio(s) usando uno de los siguientes métodos:

(1) Estar revestidos en 50 mm (2 pulgadas) de concreto.

(2) Estar protegidos por un ensamble con clasificación nominal al fuego listado para lograr una clasificación mínima nominal contra el fuego de 2 horas y dedicado al circuito o circuitos de la bomba contra incendios.

(3) Constituir un sistema listado de protección del circuito eléctrico con clasificación nominal de resistencia al fuego de 2 horas.

> **NOTA**: La información de la guía UL para sistemas de protección de circuitos eléctricos (FHIT) contiene información sobre los requisitos adecuados de instalación para mantener la clasificación nominal de resistencia al fuego.
>
> *Excepción: No se exigirá que los conductores de alimentación, ubicados en el cuarto de equipos eléctricos donde se originan y en el cuarto de la bomba contra incendios, cumplan con la clasificación nominal de resistencia al fuego o la separación mínima del fuego de 1 hora, a menos que se exija de otra manera por la sección 700.9 (D) de este Código.*

(C) Calibre del conductor

(1) Motores de las bombas contra incendios y otros equipos. Los conductores que alimentan el motor o motores de la bomba contra incendios, las bombas de mantenimiento de la presión y el equipo accesorio asociado de la bomba contra incendios deben tener un valor nominal mínimo del 125 por ciento de la suma de la(s) corriente(s) de plena carga del motor o motores de la(s) bomba(s) contra incendios y la de la(s) bomba(s) de mantenimiento de la presión, y el 100 por ciento del equipo accesorio asociado con la bomba contra incendios.

(2) Únicamente motores de bombas contra incendios. Los conductores que alimentan únicamente el motor o motores de una bomba contra incendios deben tener una ampacidad mínima de acuerdo con la sección 430.22 y deben cumplir con los requisitos de caída de tensión de la sección 695.7.

(D) Protección contra la sobrecarga. Los circuitos de fuerza no deben tener protección automática contra las sobrecargas. A excepción de lo contenido en la sección 695.5 (C) (2) para la protección de los primarios de los transformadores, los conductores del circuito ramal y del alimentador deben protegerse únicamente contra cortocircuito. Cuando se realice una derivación para alimentar una bomba contra incendios, el alambrado se debe tratar como conductores de acometida de acuerdo con la sección 230.6. No se deben aplicar las restricciones aplicables de distancia ni de calibre de la sección 240.21.

> *Excepción No. 1: No se exigirá protección contra la sobrecorriente ni medio de desconexión para los conductores entre las baterías de acumuladores y el motor.*
>
> *Excepción No. 2: Para el(los) generador(es) de reserva en el sitio con valor nominal para generar permanentemente corriente que exceda el 225 por ciento de los amperios de plena carga del motor de la bomba contra incendios, los conductores entre el(los) generador(es) en el sitio y la combinación de controlador e interruptor de transferencia de la bomba contra incendios o*

interruptor de transferencia montado separadamente, se deben instalar según la sección 695.6 (B). La protección suministrada debe estar acorde con el valor nominal de corriente de cortocircuito de la combinación de controlador e interruptor de transferencia de la bomba contra incendios o interruptor de transferencia montado separadamente.

(E) Alambrado de la bomba. Todo el alambrado que va desde los controladores hasta los motores de la bomba debe estar en conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit metálico flexible hermético a los líquidos o conduit no metálico flexible hermético a los líquidos del tipo LFNC-B, cable del tipo MC listado con una cubierta impermeable, o cable del tipo MI.

(F) Puntos de empalme. Cuando se empleen conectores de alambre en el circuito de la bomba contra incendios, éstos deben ser listados. No se debe emplear el controlador de la bomba contra incendios o el interruptor de transferencia de alimentación de la bomba contra incendios, si lo hay, como caja de empalme para alimentar otro equipo, incluyendo una bomba o bombas auxiliares de mantenimiento de la presión ("jockey"). El controlador de la bomba contra incendios o el interruptor de transferencia de alimentación de la bomba contra incendios no deben alimentar a ninguna otra carga diferente a la de la bomba contra incendios para la cual están proyectados.

(G) Protección mecánica. Todo el alambrado desde los controladores del motor y las baterías debe estar protegido contra daños físicos y debe instalarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante del controlador y la máquina.

(H) Protección del equipo contra fallas a tierra. No se permitirá protección del equipo contra fallas a tierra para las bombas contra incendios.

695.7 Caída de tensión. La tensión en los terminales de línea del controlador no debe caer más del 15 por ciento por debajo de lo normal (tensión nominal del controlador) bajo condiciones de arranque del motor. La tensión en los terminales del motor no debe caer más del 5 por ciento por debajo de la tensión nominal del motor, cuando éste funcione al 115 por ciento de su valor nominal de corriente de plena carga.

Excepción: Esta limitación no se aplicará para el arranque mecánico de emergencia. [20:9.4.2]

695.10 Equipo listado. Los controladores de bombas contra incendios de motor diesel, y los controladores eléctricos para bombas contra incendios, los motores eléctricos, los interruptores de transferencia de alimentación de las bombas contra incendios, los controladores de bombas de espuma y los controladores de servicio limitado deben estar listados para servicio con la bomba contra incendios. [20:9.5.1.1., 10.1.2.1, 12.1.3.1]

695.12 Ubicación de los equipos

(A) Controladores e interruptores de transferencia. Los controladores de los motores eléctricos de las bombas contra incendios y los interruptores de transferencia deben estar ubicados lo más cerca posible de los motores que controlan y al alcance de la vista desde ellos.

(B) Controladores de las máquinas de accionamiento. Los controladores de las máquinas de accionamiento de una bomba contra incendios deben estar ubicados lo más cerca posible de los motores que controlan y al alcance de la vista desde ellos.

(C) Baterías de acumuladores. Las baterías de acumuladores para las máquinas de accionamiento de la bomba contra incendios deben estar soportadas por encima del piso, aseguradas de modo que no puedan desplazarse y ubicadas donde no estén expuestas a excesiva temperatura, o excesiva vibración, daños físicos o inundaciones de agua.

(D) Equipo energizado. Todas las partes energizadas del equipo se deben ubicar a 300 mm (12 pulgadas) como mínimo sobre el nivel del piso.

(E) Protección contra el agua de la bomba. Los controladores e interruptores de transferencia de alimentación de las bombas contra incendios deben ubicarse o protegerse de modo que no se dañen por el agua que escape de las bombas o de las conexiones de la bomba.

(F) Montaje. Todos los equipos de control de las bombas contra incendios deben estar montados de manera sólida sobre estructuras de soporte de material no combustible.

695.14 Alambrado de control

(A) Fallas de los circuitos de control. Los circuitos externos de control que se prolongan fuera del cuarto de la bomba contra incendios deben instalarse de manera que la falla de cualquiera de ellos (circuito abierto o cortocircuito) no impida el funcionamiento de la(s) bomba(s) por todos los otros medios internos o externos. La rotura, desconexión, cortocircuito de los alambres o la pérdida de alimentación a estos circuitos podrían hacer que la bomba contra incendios siga funcionando continuamente, pero no deben impedir que el(los) controlador(es) de(n) arranque a la(s) bomba(s) contra incendios por causas distintas a estos circuitos externos de control. Todos los conductores de control dentro del cuarto de la bomba contra incendios que no sean tolerantes a las fallas deben estar protegidos contra daños físicos. [20:10.5.2.6, 12.5.2.5]

(B) Funcionamiento de sensores. No se deben instalar sensores de baja tensión, de pérdida de fase, sensibles a la frecuencia u otros que impidan automática o manualmente la acción del contactor del motor. [20:10.4.5.6]

> *Excepción: Se permitirá un sensor o sensores de pérdida de fase únicamente como parte de un controlador listado de la bomba contra incendios.*

(C) Dispositivos remotos. No se deben instalar dispositivos remotos que impidan el funcionamiento automático del interruptor de transferencia. [20:10.8.3.1]

(D) Alambrado de control del motor de accionamiento. Todo el alambrado entre el controlador y la máquina diésel debe ser trenzado y dimensionarse de modo que le permita conducir continuamente toda la carga o las corrientes de control exigidas por el fabricante del controlador. Dicho alambrado debe estar protegido contra daños físicos. En cuanto a la distancia y calibre del alambre, se deben seguir las especificaciones del fabricante del controlador. [20:12.3.5.1]

(E) Métodos de alambrado de control de la bomba eléctrica contra incendios. Todo el alambrado de control de las bombas contra incendios accionadas por motores eléctricos debe estar instalado en conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit metálico flexible hermético a los líquidos, conduit no metálico flexible hermético a los líquidos del tipo B (LFNC-B), cable del tipo MC listado con una cubierta impermeable, o cable del tipo MI.

(F) Métodos de alambrado de control del generador. Los conductores de control instalados entre el interruptor de transferencia de alimentación de la bomba contra incendios y el generador de reserva que alimenta a la bomba contra incendios durante la pérdida de la alimentación normal se debe mantener totalmente independiente de todo el otro alambrado. Deben estar protegidos para resistir los daños potenciales debidos al fuego o a la falla estructural. Se permitirá que pasen a través de edificios, recubiertos en 50 mm (2 pulgadas) de concreto o dentro de una clasificación de construcción encerrada dedicada a los circuitos de la bomba contra incendios y que tengan una resistencia nominal mínima contra el fuego de 1 hora o sistemas protectores de los circuitos con clasificación de resistencia mínima al fuego de 1 hora. La instalación debe cumplir con todas las restricciones proporcionadas en el listado de los sistemas protectores utilizados para los circuitos eléctricos.

ARTÍCULO 700
Sistemas de emergencia

I. Generalidades

700.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de emergencia consistentes en los circuitos y equipos proyectados para alimentar, distribuir y controlar la electricidad para la iluminación, fuerza, o ambos, en las instalaciones que lo requieran cuando se interrumpe el sistema o el suministro eléctrico normal a esas instalaciones.

Los sistemas de emergencia son aquellos sistemas legalmente exigidos y clasificados como de emergencia por las autoridades municipales, estatales, federales o por otros códigos o por cualquier organismo gubernamental con jurisdicción. Estos sistemas están proyectados para alimentar automáticamente energía eléctrica a sistemas de iluminación, de fuerza o ambos, para las áreas y los equipos designados en caso de falla de la alimentación normal o en caso de accidente en los componentes de un sistema proyectado para alimentar, distribuir y controlar la iluminación y la energía esenciales para la seguridad de la vida humana.

> **NOTA** No. 1: Para más información sobre el alambrado e instalación de sistemas de emergencia en instituciones para el cuidado de la salud, véase el Artículo 517.
>
> **NOTA** No. 2: Para más información sobre el desempeño y mantenimiento de sistemas de emergencia en instituciones para el cuidado de la salud, véase la publicación NFPA 99-2005, Standard for Health Care Facilities.
>
> **NOTA** No. 3: Los sistemas de emergencia se instalan generalmente en lugares de reunión en los que se necesite iluminación artificial para la seguridad en las salidas y para controlar el pánico en edificios ocupados por un gran número de personas, como hoteles, teatros, instalaciones deportivas, instituciones para el cuidado de la salud, y similares. Los sistemas de emergencia pueden suministrar además energía para funciones como ventilación cuando sea esencial para la seguridad de la vida humana, sistemas de detección y de alarma contra incendios, ascensores, bombas contra incendios, sistemas públicos de comunicación de seguridad, procesos industriales en los que la interrupción de la corriente podría producir serios peligros para la seguridad de la vida humana o riesgos para la salud, y otras funciones similares.
>
> **NOTA** No. 4: Con respecto a la especificación sobre los lugares donde el alumbrado de emergencia se considera esencial para la seguridad de la vida humana, véase la publicación NFPA 101®-2006, Life Safety Code®.
>
> **NOTA** No. 5: Para más información sobre el desempeño de sistemas de emergencia y de reserva, véase la publicación NFPA 110-2005, Standard for Emergency and Standby Power Systems.

700.2 Aplicación de otros artículos. A los sistemas de emergencia se les debe aplicar todos los Artículos aplicables de este Código, excepto por lo modificado en este artículo.

700.3 Aprobación de los equipos. Todos los equipos deben estar aprobados para su uso en

sistemas de emergencia.

700.4 Pruebas y mantenimiento

(A) Dirigir o presenciar las pruebas. La autoridad con jurisdicción debe dirigir o presenciar las pruebas de los sistemas de emergencia completos, una vez instalados y después periódicamente.

(B) Pruebas periódicas. Los sistemas de emergencia se deben probar periódicamente, sobre un cronograma aceptado por la autoridad con jurisdicción, para asegurar que los sistemas se mantienen en condiciones adecuadas de funcionamiento.

(C) Mantenimiento de sistemas de baterías. Cuando haya instaladas baterías o sistemas de baterías, incluidas las utilizadas para el arranque, control y encendido de los motores auxiliares, la autoridad con jurisdicción debe exigir el mantenimiento periódico.

(D) Registro escrito. Se debe llevar un registro escrito de todas las pruebas y mantenimientos de los sistemas de emergencia.

(E) Pruebas bajo carga. Se deben instalar medios para probar todos los sistemas de fuerza y de alumbrado de emergencia en las condiciones de carga máxima prevista.

> **NOTA**: Con respecto a los procedimientos de prueba y mantenimiento de los sistemas de alimentación de emergencia, véase la publicación NFPA 110-2005, Standard for Emergency and Standby Power Systems.

700.5 Capacidad

(A) Capacidad y valor nominal. Un sistema de emergencia debe tener la capacidad y el valor nominal adecuados para todas las cargas que funcionarán simultáneamente. Los equipos de los sistemas de emergencia deben ser adecuados para la máxima corriente de falla disponible en sus terminales.

(B) Distribución selectiva de carga, derrame de carga y rasurado de picos de carga. Se permitirá que la fuente alternativa de alimentación alimente cargas de sistemas de emergencia, sistemas de reserva legalmente exigidos y sistemas de reserva opcionales cuando la fuente tenga la capacidad adecuada o cuando se proporcione distribución selectiva de carga y el derrame de carga automáticos, de la forma necesaria para garantizar alimentación adecuada para (1) los circuitos de emergencia, (2) los circuitos de reserva legalmente exigidos, (3) los circuitos de reserva opcionales, en este orden de prioridad. Siempre que se cumplan las condiciones anteriores, se permitirá utilizar la fuente alternativa de alimentación para rasurar los picos de carga.

Para efectos de satisfacer los requisitos de prueba de acuerdo con la sección 700.4 (B), se permitirá la operación de rasurado de picos de carga, siempre que se cumplan todas las demás disposiciones de la sección 700.4.

Cuando el generador de emergencia esté fuera de servicio por mantenimiento o reparaciones mayores, debe estar disponible una fuente alternativa de energía eléctrica, portátil o temporal.

700.6 Equipo de transferencia.

(A) Generalidades. El equipo de transferencia, incluidos los interruptores automáticos de transferencia, debe ser automático, estar identificado para uso en emergencia y aprobado por la autoridad con jurisdicción. El equipo de transferencia se debe diseñar e instalar de modo que prevenga la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de emergencia al realizar cualquier operación del equipo de transferencia. El equipo de transferencia y los sistemas de generación de energía eléctrica instalados para permitir su funcionamiento en paralelo con la alimentación normal, deben cumplir con los requisitos del Artículo 705.

(B) Seccionadores de desviación. Se permitirá un medio para conectar en desviación y separar el equipo de transferencia. Si se emplean seccionadores de desviación, se debe evitar la operación accidental en paralelo.

(C) Interruptores de transferencia automática. Los interruptores de transferencia automática deben ser operados eléctricamente y retenerse mecánicamente. Los interruptores de transferencia automática, con valor nominal de 600 VAC y menos, deben estar listados para su uso en sistemas de emergencia.

(D) Uso. El equipo de transferencia debe alimentar solo cargas de emergencia.

700.7 Señalización. Siempre que sea posible, se deben instalar dispositivos de señalización sonora y visual, para los propósitos descritos en las secciones 700.7 (A) hasta (D).

(A) Avería. Para indicar una avería de la alimentación de emergencia.

(B) Conducción de carga. Para indicar que la batería está alimentando la carga.

(C) No funciona. Para indicar que el cargador de batería no está funcionando.

(D) Fallas a tierra. Para indicar una falla a tierra en sistemas de emergencia en estrella puestos a tierra sólidamente, de más de 150 voltios a tierra y con dispositivos de protección de circuito para corriente nominal de 1000 amperios o más. El sensor para los dispositivos de señalización de fallas a tierra debe estar ubicado en el medio de desconexión del sistema principal para la fuente de emergencia, o delante de él, y el máximo ajuste de los dispositivos de señalización debe ser para la corriente de falla a tierra de 1200 amperios. Se deben ubicar en o lo más cerca posible del sensor, las instrucciones sobre las acciones a realizar en caso de producirse una falla a tierra.

> **NOTA**. Con respecto a las señales de los grupos generadores véase la publicación NFPA 110-2005, Standard for Emergency and Standby Power Systems.

700.8 Anuncios

(A) Fuentes de emergencia. En el equipo de entrada de la acometida se debe colocar un anuncio que indique el tipo y la ubicación de las fuentes para la alimentación de emergencia en el sitio.

> *Excepción: No se exigirá instalar anuncios en los equipos unitarios individuales, como se indica en la sección 700.12 (F).*

(B) Puesta a tierra. Cuando el conductor del circuito puesto a tierra conectado a la alimentación de emergencia esté conectado al conductor del electrodo de puesta a tierra en un lugar remoto de dicha alimentación, debe haber un anuncio en el lugar de la puesta a tierra que identifique todas las fuentes de alimentación normales y de emergencia que estén conectadas en ese lugar.

II. Alambrado de circuitos

700.9 Alambrado del sistema de emergencia

(A) Identificación. Todas las cajas y envolventes (*enclosures*) de los circuitos de emergencia (incluyendo los interruptores de transferencia, generadores y paneles de fuerza) deben estar marcados permanentemente de modo que sean fácilmente identificados como un componente de un sistema o circuito de emergencia.

(B) Alambrado. Se permitirá que el alambrado de dos o más circuitos de emergencia alimentados desde la misma fuente esté en la misma canalización, cable, caja o gabinete. El alambrado desde una alimentación de emergencia o desde la protección contra sobrecorriente de distribución de la alimentación de emergencia hasta las cargas del sistema de emergencia debe mantenerse totalmente independiente de cualquier otro alambrado y equipo, a menos que se permita otra cosa en los siguientes numerales (1) hasta (5):

(1) Alambrado proveniente de la fuente de alimentación normal ubicada en los envolventes (*enclosures*) del equipo de transferencia.

(2) Alambrado alimentado desde dos fuentes en luminarias de las salidas o de emergencia.

(3) Alambrado desde dos fuentes en una caja de empalme común, unida a las luminarias de las salidas o de emergencia.

(4) Alambrado dentro de una caja de empalme común unida a un equipo unitario, y que contenga únicamente el circuito ramal que alimenta ese equipo y el circuito de emergencia alimentado por el mismo equipo.

(5) Alambrado proveniente de una alimentación de emergencia para alimentar cualquier combinación de cargas de emergencia, legalmente exigidas u opcionales, de acuerdo con (a), (b) y (c):

a. Desde secciones verticales separadas del tablero de distribución, con o sin una barra conductora común, o desde desconectivos individuales montados en gabinetes separados.

b. Se permitirá que la barra conductora común o las secciones separadas del tablero de distribución o los gabinetes individuales sean alimentados por un solo o múltiples alimentadores sin protección contra sobrecorriente en la fuente.

Excepción para (5) (b): Se permitirá protección contra sobrecorriente en la fuente o para el equipo, siempre que dicha protección esté coordinada selectivamente con la protección contra sobrecorriente aguas abajo.

c. Los circuitos de reserva opcionales y los legalmente exigidos no se deben originar en la misma sección vertical del tablero de distribución, gabinete del panel de distribución o gabinete del desconectivo individual como circuitos de

emergencia.

(C) Diseño y ubicación del alambrado. Los circuitos del alambrado de emergencia se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de falla por inundaciones, incendios, congelamiento, vandalismo y otras condiciones adversas.

(D) Protección contra incendios. Los sistemas de emergencia deben cumplir los requisitos adicionales de las secciones 700.9 (D) (1) y (D) (2) en ocupaciones para reuniones en los que pueda haber más de 1000 personas o en edificios de más de 23 m (75 pies) de altura con cualquiera de las siguientes clases de ocupaciones: para reuniones, educación, comercio, negocios, residencia, centros de detención y correccionales:

(**1**) Alambrado del circuito del alimentador. El alambrado del circuito del alimentador debe cumplir con una de las siguientes condiciones:

(1) Estar instalado en espacios o áreas totalmente protegidas por sistemas automáticos aprobados de extinción de incendios.

(2) Ser un sistema listado de protección del circuito eléctrico, con una clasificación nominal de resistencia al fuego de mínimo una hora.

NOTA: La información de la guía UL para sistemas protectores de circuitos eléctricos (FHIT) contiene información sobre los requisitos adecuados de instalación para mantener la clasificación nominal de resistencia al fuego.

(3) Estar protegido por un sistema de barrera térmica listado para componentes eléctricos del sistema.

(4) Estar protegido mediante un ensamble listado clasificado con resistencia nominal al fuego, cuya clasificación nominal mínima de resistencia al fuego sea de 1 hora y que contenga únicamente los circuitos del alambrado de emergencia.

(5) Estar empotrado como mínimo en 50 mm (2 pulgadas) de concreto.

(6) Ser un cable listado para mantener la integridad del circuito durante mínimo 1 hora al instalarse de acuerdo con los requisitos del listado.

(**2**) Equipo del circuito del alimentador. Los equipos para los circuitos del alimentador (incluidos los interruptores de transferencia, transformadores y paneles de distribución) deben estar ubicados en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos aprobados de extinción de incendios (incluyendo rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono) o en espacios con clasificación nominal de resistencia al fuego de una hora.

NOTA: Con respecto a la definición de la clase de ocupaciones, véase la sección 6.1 de la publicación NFPA 101-2006, Life Safety Code.

(**3**) Alambrado de control del generador. Los conductores de control instalados entre el equipo de transferencia y el generador de emergencia se deben mantener totalmente independientes del otro

alambrado y deben cumplir las condiciones de la sección 700.9 (D) (1).

III. Fuentes de alimentación

700.12 Requisitos generales. El suministro de corriente debe ser tal que, si falla el suministro normal al edificio o grupo de edificios involucradas, o dentro de ellos, la alimentación de emergencia, el alumbrado de emergencia o ambos, deben estar disponibles dentro del tiempo exigido para esas aplicaciones, pero no debe demorar más de 10 segundos. El sistema de alimentación para propósitos de emergencia, además de las acometidas normales al edificio y de cumplir los requisitos generales de esta sección, debe ser uno o más de los tipos de sistemas descritos en las secciones 700.12 (A) hasta (E). Los equipos unitarios, de acuerdo con la sección 700.12 (F) deben cumplir las especificaciones de este artículo que les sean aplicables.

Al seleccionar una fuente de alimentación de emergencia, hay que tener en cuenta el tipo de ocupación y el tipo de servicio que se debe prestar; por ejemplo, si es de corta duración, como la evacuación de los espectadores de un teatro, o de larga duración, como suministrar energía y alumbrado de emergencia durante un periodo indefinido de tiempo de falla de la corriente, debido a una avería producida dentro o fuera del edificio.

Los equipos se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos que podrían causar fallas totales de los mismos, debidas a inundaciones, incendios, congelamiento o vandalismo.

En ocupaciones para reuniones en los que pueda haber más de 1000 personas o en edificios que tengan más de 23 m (75 pies) de altura con cualquiera de las siguientes clases de ocupaciones: para reuniones, educación, comercio, negocios, residencia, centros de detención y correccionales; los equipos de las fuentes de alimentación, tal como se describen en las secciones 700.12(A) hasta (E) deben estar instalados en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos aprobados de extinción de incendios (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, etc.) o en espacios con una clasificación nominal de resistencia al fuego de una hora.

> **NOTA** No. 1: Con respecto a la definición de la clasificación de ocupaciones, véase la sección 6.1 de la publicación NFPA 101-2006, Life Safety Code.
>
> **NOTA** No. 2: La asignación del grado de confiabilidad de un sistema reconocido de alimentación de emergencia dependerá de la evaluación cuidadosa de las variables de cada instalación en particular.

(A) Baterías de acumuladores. Las baterías de acumuladores que se utilicen como una fuente de alimentación para sistemas de emergencia deben ser de un valor nominal adecuado para alimentar y mantener durante 1.5 horas como mínimo la carga total, sin que la tensión aplicada a la carga caiga por debajo del 87.5 por ciento de la tensión normal.

Las baterías, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que cumplan los requisitos del servicio de emergencia y deben ser compatibles con el cargador para esa instalación en particular.

Para baterías selladas no se exigirá que la caja sea transparente. Sin embargo, las baterías de plomo ácido que necesitan adiciones de agua deben tener cajas transparentes o translúcidas. No se deben

utilizar baterías de tipo automotriz.

Se debe proporcionar un medio de carga automática de las baterías.

(B) Grupo generador

(**1**) Accionado por fuente primaria. Para un grupo generador accionado por una fuente primaria que sea aceptable para la autoridad con jurisdicción y dimensionado de acuerdo con la sección 700.5, se deben instalar medios para arrancar automáticamente la fuente primaria en una falla del servicio normal y para la transferencia automática y funcionamiento de todos los circuitos eléctricos exigidos. Se debe proporcionar un retardo de tiempo que permita una regulación de 15 minutos para evitar retransferir en caso del restablecimiento de corta duración de la fuente normal.

(**2**) Combustión interna como fuente primaria. Cuando se empleen máquinas de combustión interna como la fuente primaria, debe instalarse un sistema de alimentación de combustible en el sitio, provisto con un suministro de combustible en el mismo inmueble, suficiente para el funcionamiento del sistema a plena carga durante dos horas como mínimo. Cuando se requiera alimentación eléctrica para el funcionamiento de las bombas de transferencia de combustible con el fin de suministrar combustible al tanque de combustible de uso diario del grupo generador, dicha bomba debe conectarse al sistema de alimentación de emergencia.

(**3**) Alimentación doble. Las fuentes primarias no deben depender exclusivamente de las redes públicas de suministro de gas para su provisión de combustible, ni de la red municipal de agua para sus sistemas de refrigeración. Si se utilizan dos sistemas de alimentación de combustible, se deben instalar medios de transferencia automática de un sistema a otro.

> *Excepción: Cuando sea aceptable para la autoridad con jurisdicción, se permitirá el uso de combustibles que no estén en sitio, cuando exista poca probabilidad de una falla simultánea del sistema de entrega de combustible fuera del sitio y de la alimentación suministrada por la compañía de electricidad externa.*

(**4**) Alimentación por baterías y compuertas. Cuando se utilicen baterías de acumuladores para los circuitos de control o de señalización o como medios de arranque para el accionamiento primario, deben ser adecuadas para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del grupo generador. Cuando se requiera un cargador de baterías para el funcionamiento de un grupo generador, dicho cargador se debe conectar al sistema de emergencia. Cuando se requiera energía para el funcionamiento de las compuertas empleadas para ventilar el grupo generador, dichas compuertas deben conectarse al sistema de emergencia.

(**5**) Fuente auxiliar de alimentación. Se permitirán grupos generadores que necesiten más de 10 segundos para generar potencia, siempre que se instale una fuente auxiliar de alimentación, que energice el sistema de emergencia hasta que el generador pueda tomar la carga.

(**6**) Grupos generadores exteriores. Cuando un grupo generador alojado en el exterior esté equipado con un medio de desconexión fácilmente accesible ubicado al alcance de la vista desde el edificio o la estructura alimentada, no se exigirá un medio de desconexión adicional cuando los conductores no puestos a tierra alimenten a o pasen a través del edificio o la estructura. El medio de desconexión debe cumplir los requisitos de la sección 225.36.

(C) Sistemas de alimentación ininterrumpida. Los sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) que se utilicen para alimentar los sistemas de emergencia deben cumplir las disposiciones aplicables de las secciones 700.12(A) y (B).

(D) Acometida separada. Cuando lo apruebe la autoridad con jurisdicción como adecuado para su uso como un sistema de emergencia, se permitirá instalar una acometida adicional. Esta acometida debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 230 y los siguientes requisitos adicionales:

(1) Acometida separada de bajada o lateral.

(2) Con los conductores de la acometida suficientemente alejados eléctrica y físicamente de todos los demás conductores de acometida para reducir al mínimo la posibilidad de interrupción simultánea de la alimentación.

(E) Sistema de celdas de combustible. Los sistemas de celdas de combustible usados como una fuente de alimentación para sistemas de emergencia deben tener un valor nominal adecuado y capacidades adecuadas para alimentar y mantener la carga total durante dos horas como mínimo de funcionamiento con una demanda plena.

La instalación de un sistema de celdas de combustible debe cumplir con los requisitos de las Partes II hasta VIII del Artículo 692.

Cuando un solo sistema de celdas de combustible sirve como alimentación normal para el edificio o grupo de edificios involucrados, no debe servir como fuente única de alimentación para el sistema de reserva de emergencia.

(F) Equipos unitarios. Los equipos unitarios individuales para iluminación de emergencia deben constar de:

(1) Una batería recargable.

(2) Un medio para cargar la batería.

(3) Instalaciones para una o más lámparas montadas en el equipo, o se permitirá que tenga terminales para lámparas remotas, o ambas.

(4) Un dispositivo de relé que energice automáticamente las lámparas en cuanto falle la alimentación al equipo unitario.

Las baterías deben ser del valor nominal adecuado para alimentar y mantener como mínimo una tensión del 87.5 por ciento de la tensión nominal de las mismas, para la carga total de lámparas asociadas con la unidad durante un mínimo de 1.5 horas, o el equipo unitario debe ser capaz de suministrar y mantener un mínimo del 60 por ciento del alumbrado inicial de emergencia durante 1 ½ horas como mínimo. Las baterías de acumuladores, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que cumplan los requisitos del servicio de emergencia.

Los equipos unitarios deben estar fijos permanentemente en su lugar (es decir, no pueden ser portátiles) y todo el alambrado que vaya hasta cada unidad debe estar instalado de acuerdo con los requisitos de cualquiera de los métodos de alambrado especificados en el Capítulo 3. Se permitirá

conectar los equipos mediante cordón flexible y clavija, siempre que el cordón no tenga más de 900 mm (3 pies) de longitud. El circuito ramal que alimenta a los equipos unitarios debe ser el mismo que alimenta al alumbrado normal en el área y debe estar conectado antes de cualquier interruptor local. En el panel de distribución se debe identificar claramente el circuito ramal que alimenta al equipo unitario. Las luminarias de emergencia que se alimenten de un equipo unitario pero que no formen parte del mismo, deben estar alambradas a dicho equipo como se exige en la sección 700.9 y con uno de los métodos de alambrado del Capítulo 3.

Excepción: En un área separada y continua que tenga como mínimo tres circuitos de alumbrado normal, se permitirá instalar un circuito ramal separado para equipos unitarios, siempre que se origine en el mismo panel de distribución que los circuitos normales de alumbrado y que tenga un mecanismo de bloqueo en su posición de encendido ("on").

IV. Circuitos de sistemas de emergencia para alumbrado y fuerza

700.15 Cargas en circuitos ramales de emergencia. Los circuitos de alumbrado de emergencia no deben alimentar otros electrodomésticos ni lámparas diferentes a los especificados como exigidos para el uso de emergencia.

700.16 Iluminación de emergencia. La iluminación de emergencia debe incluir todos los medios exigidos para la iluminación de las salidas, las luces indicadoras de las salidas y todas las demás luces especificadas como necesarias para proporcionar la iluminación exigida.

Los sistemas de alumbrado de emergencia deben estar diseñados e instalados de modo que el daño de un elemento individual de alumbrado, como una lámpara fundida, no pueda dejar en completa oscuridad los espacios que requieran iluminación de emergencia.

Cuando el único medio de iluminación normal consista en alumbrado de descarga de alta intensidad, como el de vapor de sodio o mercurio de alta y baja presión o las de haluros metálicos, se exigirá que el sistema de alumbrado de emergencia funcione hasta que se restablezca totalmente la iluminación normal.

Excepción: Se permitirán medios alternativos que aseguren que se mantenga el nivel de iluminación del alumbrado de emergencia.

700.17 Circuitos para alumbrado de emergencia. Los circuitos ramales que alimentan el alumbrado de emergencia se deben instalar de modo que suministren alimentación a partir de una fuente que cumpla los requisitos de la sección 700.12, cuando se interrumpa la alimentación normal al alumbrado.

Dichas instalaciones deben ofrecer una de las soluciones siguientes:

(1) Una fuente de alimentación para el alumbrado de emergencia, independiente de la alimentación general del alumbrado, con dispositivos que permitan transferir automáticamente el alumbrado de emergencia en cuanto se interrumpa la alimentación del sistema de alumbrado general

(2) Dos o más sistemas completos y separados, uno con su fuente de alimentación independiente, cada sistema debe proporcionar corriente suficiente para el alumbrado de emergencia.

A menos que se utilicen ambos sistemas para el alumbrado regular y se mantengan encendidos simultáneamente, se debe instalar un medio que energice automáticamente cualquiera de los sistemas cuando falle el otro. Si los circuitos de alimentación del alumbrado para la iluminación de emergencia están instalados de acuerdo con otras secciones de este artículo, se permitirá que uno o los dos sistemas formen parte del sistema de alumbrado general del inmueble protegido.

700.18 Circuitos para alimentación de emergencia. Para los circuitos ramales que alimenten equipos clasificados como de emergencia, debe haber una fuente de alimentación de emergencia a la cual se puedan transferir automáticamente todas las cargas de esos equipos si falla la alimentación normal.

V. Control para los circuitos de alumbrado de emergencia

700.20 Requisitos de los interruptores. El interruptor o interruptores instalados en los circuitos de alumbrado de emergencia, deben estar dispuestos de modo que sólo personas autorizadas tengan control del alumbrado de emergencia.

> *Excepción No. 1: Cuando hay dos o más interruptores de tiro sencillo conectados en paralelo para controlar un solo circuito, al menos uno de ellos debe ser accesible sólo a las personas autorizadas.*
>
> *Excepción No. 2: Se permitirá instalar interruptores adicionales que sirvan para encender el alumbrado de emergencia pero no para apagarlo.*

No se deben utilizar interruptores conectados en serie ni de 3 ó 4 vías.

700.21 Ubicación de los interruptores. Todos los interruptores manuales para controlar los circuitos de emergencia deben estar ubicados convenientemente, de modo que las personas responsables autorizadas para su activación tengan acceso a ellos. En lugares cubiertos por los Artículos 518 y 520 debe haber un interruptor para el control de los sistemas de alumbrado de emergencia instalado en el vestíbulo o en otro lugar fácilmente accesible desde el mismo.

En ningún caso los interruptores de control para el alumbrado de emergencia se deben instalar en la cabina de proyección, ni en el escenario ni en el estrado.

> *Excepción: Cuando haya instalados múltiples interruptores, se permitirá que uno de ellos esté en dichos lugares, instalado de modo que permita energizar únicamente el circuito, pero que no lo pueda desenergizar.*

700.22 Luces exteriores. Se permitirá que las luces del exterior de un edificio, que no sean necesarias cuando existe suficiente luz del día, se puedan controlar mediante un dispositivo automático accionado por la luz.

700.23 Sistemas con regulador de intensidad. Se permitirá utilizar como dispositivo de control para energizar circuitos de alumbrado de emergencia un sistema de regulación de intensidad que tenga más de uno de estos reguladores y esté listado para uso en sistemas de emergencia. Inmediatamente después de la falla de la alimentación normal, se permitirá que el sistema de regulación de intensidad energice selectivamente únicamente aquellos circuitos ramales exigidos para proporcionar la iluminación mínima de emergencia. Todos los circuitos ramales alimentados por el gabinete del sistema de regulación de intensidad deben cumplir con los métodos de alambrado del Artículo 700.

VI. Protección contra sobrecorriente

700.25 Accesibilidad. El dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal en circuitos de emergencia debe ser accesible únicamente a personas autorizadas.

700.26 Protección del equipo contra fallas a tierra. No se exigirá que la fuente alternativa de alimentación de los sistemas de emergencia tenga protección del equipo contra fallas a tierra con un medio automático de desconexión.

La indicación de falla a tierra de la alimentación de emergencia se debe proporcionar según lo establecido en la sección 700.7 (D).

700.27 Coordinación. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente del sistema o sistemas de emergencia deben estar coordinados selectivamente con todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del lado de la alimentación.

Excepción: No se exigirá coordinación selectiva en los casos de los numerales (1) o (2):

(1) Entre los dispositivos de protección contra sobrecorriente del primario y del secundario del transformador cuando en el secundario del transformador únicamente exista un dispositivo de protección contra sobre corriente o un grupo de tales dispositivos.

(2) Entre los dispositivos de protección contra sobrecorriente del mismo tamaño (corriente nominal) en serie.

ARTÍCULO 701
Sistemas de reserva legalmente exigidos

I. Generalidades

701.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de reserva legalmente exigidos, consistentes en circuitos y equipos proyectados para alimentar, distribuir y controlar la electricidad para las instalaciones exigidas de alumbrado, fuerza o ambas, cuando se interrumpe la alimentación o el sistema eléctrico normal.

Los sistemas que cubre este artículo constan únicamente de aquellos sistemas que están instalados permanentemente en su totalidad, incluida la fuente de alimentación.

> **NOTA** No. 1: Para más información, véase la publicación NFPA 99-2005, Standard for Health Care Facilities.
>
> **NOTA** No. 2: Para más información sobre el desempeño de los sistemas eléctricos de emergencia y de reserva, véase la publicación NFPA 110-2005, Standard for Emergency and Standby Power Systems.
>
> **NOTA** No. 3: Véase también la publicación ANSI/IEEE 446-1995, Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications.

701.2 Definición.

Sistemas de reserva legalmente exigidos. Sistemas exigidos y así clasificados como de reserva legalmente exigidos por las leyes municipales, estatales, departamentales o por otros códigos o por cualquier organismo gubernamental con jurisdicción. Estos sistemas están proyectados para suministrar automáticamente alimentación a cargas seleccionadas (diferentes a las clasificadas como sistemas de emergencia) en el evento de una falla de la fuente normal de alimentación.

> **NOTA**. Los sistemas de reserva legalmente exigidos son los que se instalan normalmente para servir a cargas, como sistemas de calefacción y refrigeración, comunicaciones, ventilación y extracción de humos, eliminación de residuos, instalaciones de alumbrado y de procesos industriales que, si se detienen debido a la interrupción del suministro eléctrico normal, podrían crear riesgos o impedir las operaciones de rescate o extinción de incendios.

701.3 Aplicación de otros Artículos. Se deben aplicar todos los artículos aplicables de este Código, excepto lo modificado por este artículo.

701.4 Aprobación de los equipos. Todos los equipos deben estar aprobados para su uso previsto.

701.5 Pruebas y mantenimiento para los sistemas de reserva legalmente exigidos

(A) Dirigir o presenciar las pruebas. La autoridad con jurisdicción debe dirigir o presenciar las pruebas de los sistemas completos, una vez instalados.

(B) Pruebas periódicas. Los sistemas de reserva legalmente exigidos se deben probar periódicamente, bajo un programa y de modo que resulten aceptables a la autoridad con jurisdicción, para asegurar que los sistemas se mantienen en condiciones adecuadas de funcionamiento.

(C) Mantenimiento de los sistemas de baterías. Cuando se usen baterías para el control, arranque o encendido de las fuentes primarias, la autoridad con jurisdicción debe exigir su mantenimiento periódico.

(D) Registro escrito. Se debe mantener un registro escrito de todas las pruebas y del mantenimiento.

(E) Pruebas bajo carga. Se deben instalar medios que permitan probar bajo carga todos los sistemas de reserva legalmente exigidos.

> **NOTA**: Para procedimientos de prueba y mantenimiento de los sistemas de suministro y fuerza de emergencia (EPSS's) véase NFPA 110-2005. Standard for Emergency and Standby Power Systems.

701.6 Capacidad y valor nominal. Un sistema de reserva legalmente exigido debe tener la capacidad y el valor nominal adecuados para la alimentación de todo el equipo proyectado para funcionar simultáneamente. Los equipos de los sistemas de reserva legalmente exigidos deben poder soportar la máxima corriente de falla disponible en sus terminales.

Se permitirá que la fuente alternativa de reserva legalmente exigida alimente tanto a los sistemas de reserva legalmente exigidos como a las cargas de sistemas de reserva opcionales, bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Cuando la fuente alternativa tenga la capacidad adecuada para manejar todas las cargas conectadas.

(2) Cuando se proporcione una distribución selectiva automática de carga y derrame de carga, para asegurar la alimentación adecuada de los circuitos de reserva legalmente exigidos.

701.7 Equipo de transferencia.

(A) Generalidades. El equipo de transferencia, incluidos los interruptores automáticos de transferencia, debe ser automático, estar identificado para usarlo como equipo de reserva y aprobado por la autoridad con jurisdicción. El equipo de transferencia se debe diseñar e instalar de modo que prevenga la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de reserva al hacer cualquier operación del equipo de transferencia. El equipo de transferencia y los sistemas de generación de energía eléctrica instalados para permitir su funcionamiento en paralelo con la alimentación normal, deben cumplir con los requisitos del Artículo 705.

(B) Seccionadores de desviación. Se permitirá un medio para conectar en desviación y separar el equipo del interruptor de transferencia. Si se emplean seccionadores de desviación, se debe evitar la operación accidental en paralelo.

(C) Interruptores de transferencia automática. Los interruptores de transferencia automática deben ser operados eléctricamente y retenerse mecánicamente. Los interruptores de transferencia automática, con valor nominal de 600 VAC y menos, deben estar listados para su uso en sistemas de

emergencia legalmente exigidos.

701.8 Señalización. Siempre que sea posible, se deben instalar dispositivos de señalización sonora y visual, para los propósitos descritos en las secciones 701.8 (A), (B) y (C).

(A) Avería. Para indicar una avería de la alimentación de reserva.

(B) Conducción de carga. Para indicar que la alimentación de reserva está alimentando la carga.

(C) No funciona. Para indicar que el cargador de batería no está funcionando.

> **NOTA**. Para las señales de los grupos generadores véase la publicación NFPA 110-2005, Standard for Emergency and Standby Power Systems.

701.9 Anuncios

(A) Reserva obligatoria. En la entrada de la acometida se debe poner un anuncio que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de alimentación de reserva legalmente exigidas en el sitio.

> *Excepción: No se exigirá instalar anuncios en los equipos unitarios individuales, como se especifica en la sección 701.11 (G).*

(B) Puesta a tierra. Cuando el conductor del circuito puesto a tierra conectado a la fuente de alimentación de reserva legalmente exigida esté conectado al conductor del electrodo de puesta a tierra en un lugar alejado de dicha fuente de reserva, se debe colocar un aviso en el lugar de puesta a tierra que identifique todas las fuentes de alimentación normales y de reserva legalmente exigidas que estén conectadas en ese lugar.

II. Alambrado del circuito

701.10 Alambrado de los sistemas de reserva legalmente exigidos. Se permitirá que el alambrado de los sistemas de reserva legalmente exigidos ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes, junto con otro alambrado general.

III. Fuentes de alimentación

701.11 Sistemas de reserva legalmente exigidos. El suministro eléctrico debe ser tal que, en el caso de falla de la alimentación normal al edificio o grupo de edificios involucrados o dentro de ellas, la alimentación de reserva legalmente exigida estará disponible dentro del tiempo exigido para la aplicación, pero que no pase de 60 segundos. El sistema de alimentación para propósitos de reserva legalmente exigida, además de las acometidas normales del edificio, se permitirá que conste de uno o más de los sistemas que se describen en las secciones 701.11(A) hasta (F). Los equipos unitarios de acuerdo con la sección 701.11 (G) deben cumplir con los requisitos aplicables de este artículo.

Al seleccionar una fuente de alimentación de reserva legalmente exigida se debe tener en cuenta el tipo de servicio que haya que prestar, si es de corta o larga duración.

Se debe tener en cuenta el diseño o la ubicación, o ambos, de todos los equipos de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos que podrían causar fallas totales debidas a inundaciones, incendios, congelamiento o vandalismo.

> **NOTA**. La asignación del grado de confiabilidad del sistema reconocido de alimentación de reserva legalmente exigido dependerá de la evaluación cuidadosa de las variables de cada instalación en particular.

(A) Baterías de acumuladores. Las baterías de acumuladores deben tener un valor y una capacidad nominal adecuados para alimentar y mantener activas la carga total de los circuitos que alimentan fuentes de reserva legalmente exigidas, con tensión no menor al 87 ½ por ciento de la tensión del sistema, durante 1 ½ horas como mínimo.

Las baterías, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que cumplan los requisitos del servicio de emergencia, y deben ser compatibles con el cargador para esa instalación en particular.

En las baterías selladas no se exigirá que su caja sea transparente. Sin embargo, las baterías de plomo ácido a las que necesitan adiciones de agua deben tener cajas transparentes o translúcidas. No se deben utilizar baterías tipo automotriz.

Se debe proporcionar un medio automático de carga de las baterías.

(B) Conjunto generador

(1) Accionado por una fuente primaria. Para un conjunto generador accionado por una fuente primaria que sea aceptable para la autoridad con jurisdicción y dimensionado de acuerdo con la sección 701.6, se deben instalar medios para arrancar automáticamente la fuente primaria en una falla en el servicio normal y para la transferencia automática y funcionamiento de todos los circuitos eléctricos exigidos. Se debe proporcionar un retardo de tiempo que permita una regulación de 15 minutos para evitar retransferir en caso del restablecimiento en corto tiempo de la fuente normal.

(2) Máquinas de combustión interna como fuente primaria. Cuando se empleen máquinas de combustión interna como la fuente primaria, debe instalarse un sistema de alimentación de combustible en el sitio, provisto con un suministro de combustible en el mismo inmueble, suficiente para el funcionamiento del sistema a plena carga durante dos horas como mínimo.

(3) Alimentación doble de combustible. Las fuentes primarias no deben depender exclusivamente de las redes públicas de suministro de gas para su provisión de combustible, ni de la red municipal de agua para sus sistemas de refrigeración. Cuando se utilizan dos sistemas de alimentación de combustible, se deben instalar medios de transferencia automática de un sistema a otro.

> *Excepción: Cuando sea aceptable para la autoridad con jurisdicción, se permitirá el uso de combustibles que no estén en el sitio, cuando exista poca probabilidad de una falla simultánea del sistema de entrega de combustible fuera del sitio y de la energía suministrada por la compañía de electricidad externa.*

(4) Alimentación por baterías. Cuando se utilicen baterías de acumuladores para la alimentación de control o de señalización o como el medio de arranque de la fuente primaria, deben ser adecuadas para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del grupo generador.

(5) Conjuntos generadores exteriores. Cuando un conjunto generador alojado en el exterior esté equipado con un medio de desconexión fácilmente accesible ubicado al alcance de la vista desde el edificio o la estructura alimentada, no se exigirá un medio de desconexión adicional cuando los conductores no puestos a tierra alimenten a o pasen a través del edificio o la estructura. El medio de desconexión debe cumplir los requisitos de la sección 225.36.

(C) Sistemas de alimentación ininterrumpida. Los sistemas de alimentación ininterrumpida que se utilicen para alimentación de los sistemas de reserva legalmente exigidos deben cumplir las disposiciones aplicables de las secciones 701.11 (A) y (B).

(D) Acometida separada. Cuando lo apruebe la autoridad con jurisdicción, se permitirá instalar una acometida separada como fuente exigida por la ley de alimentación de reserva. Esta acometida debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 230, con acometida separada de bajada o lateral y estar suficientemente alejada física y eléctricamente de cualquier otra acometida, para reducir al mínimo la posibilidad de una interrupción simultánea de las dos fuentes de alimentación.

(E) Conexión antes del medio de desconexión de la acometida. Cuando sea aceptable para la autoridad con jurisdicción, se permitirán las conexiones ubicadas antes de y no dentro del mismo gabinete, gabinete o sección vertical del tablero de distribución como el medio de desconexión de la acometida principal. La acometida de reserva legalmente exigida debe estar suficientemente separada del medio de desconexión de la acometida principal normal para evitar la interrupción simultánea de la alimentación debida a un incidente dentro del edificio o grupo de edificios alimentados.

> **NOTA**: Con respecto a información sobre el equipo permitido en el lado de la alimentación de un medio de desconexión de la acometida, véase la sección 230.82.

(F) Sistema de celdas de combustible. Los sistemas de celdas de combustible usados como una fuente de alimentación para sistemas de reserva legalmente exigidos deben tener valor nominal y las capacidades adecuadas para alimentar y mantener la carga total durante dos horas como mínimo de funcionamiento con demanda plena.

La instalación de un sistema de celdas de combustible debe cumplir con los requisitos de las Partes II hasta VIII del Artículo 692.

Cuando un solo sistema de celdas de combustible sirve como alimentación normal para el edificio o grupo de edificios involucrados, no debe servir como fuente única de alimentación para el sistema legalmente exigido.

(G) Equipos unitarios. Los equipos unitarios individuales para la iluminación de reserva legalmente exigida deben constar de:

(1) Una batería recargable.

(2) Un medio para cargar la batería.

(3) Instalaciones para una o más lámparas montadas en el equipo, y se permitirá que tenga terminales para lámparas remotas.

(4) Un dispositivo de relé que energice automáticamente las lámparas en cuanto se interrumpa la alimentación al equipo unitario.

Las baterías deben ser del valor nominal adecuado y capacidad para alimentar y mantener como mínimo una tensión del 87 ½ por ciento de la tensión nominal de las mismas, para la carga total de lámparas asociadas con la unidad durante un mínimo de 1 ½ horas, o el equipo unitario debe ser capaz de alimentar y mantener un mínimo del 60 por ciento de la iluminación inicial de reserva legalmente exigida durante 1 ½ horas como mínimo. Las baterías de acumuladores, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que cumplan los requisitos del servicio de emergencia.

Los equipos unitarios deben estar fijos permanentemente en su lugar (es decir, no pueden ser portátiles) y todo el alambrado que vaya hasta cada unidad debe estar instalado de acuerdo con los requisitos de cualquiera de los métodos de alambrado especificados en el Capítulo 3. Se permitirá conectar los equipos mediante cordón flexible y clavija, siempre que el cordón no tenga más de 900 mm (3 pies) de longitud. El circuito ramal que alimenta a los equipos unitarios debe ser el mismo que alimenta al alumbrado normal del área y debe estar conectado antes de cualquier interruptor local. Las luminarias de reserva legalmente exigidas que se alimenten de un equipo unitario pero que no formen parte del mismo, deben estar alambradas a dicho equipo mediante uno de los métodos de alambrado del Capítulo 3.

Excepción: En un área separada y continua que tenga como mínimo tres circuitos de alumbrado normal, se permitirá instalar un circuito ramal separado para equipos unitarios, siempre que se origine en el mismo panel de distribución que los circuitos normales de alumbrado y que tenga un mecanismo de bloqueo en su posición de encendido ("on").

IV. Protección contra sobrecorriente

701.15 Accesibilidad. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de circuitos ramales en circuitos de reserva legalmente exigidos deben ser accesibles sólo a personas autorizadas.

701.17 Protección del equipo contra fallas a tierra. No se exigirá que la fuente alternativa de alimentación para sistemas de reserva legalmente exigidos tenga protección del equipo contra fallas a tierra.

701.18 Coordinación. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente del sistema o sistemas de reserva legalmente exigidos deben estar coordinados selectivamente con todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del lado de la alimentación.

Excepción: No se exigirá la coordinación selectiva en los casos de los numerales (1) o (2):

(1) Entre los dispositivos de protección contra sobrecorriente del primario y el secundario del transformador cuando en el secundario del transformador únicamente exista un dispositivo de protección contra sobre corriente o un conjunto de tales dispositivos.

(2) *Entre los dispositivos de protección contra sobrecorriente del mismo tamaño (corriente nominal) en serie.*

ARTÍCULO 702
Sistemas de reserva opcionales

I. Generalidades

702.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a la instalación y funcionamiento de los sistemas de reserva opcionales.
Los sistemas a los que se refiere este artículo constan de aquellos que están permanentemente instalados en su totalidad, incluyendo fuentes primarias, y aquellos organizados para conexión al sistema de alambrado del inmueble desde una fuente de alimentación alternativa portátil.

702.2 Definición.

Sistemas de reserva opcionales *(Optional Standby Systems)*. Aquellos sistemas proyectados para alimentar las instalaciones o propiedades públicas o privadas cuando la seguridad de la vida humana no depende del desempeño del sistema. Los sistemas de reserva opcionales tienen por finalidad suministrar energía eléctrica generada en el sitio a cargas seleccionadas, de modo automático o manual.

> **NOTA**. Los sistemas de reserva opcionales se instalan normalmente para ofrecer una fuente alternativa de energía eléctrica a instalaciones como edificios comerciales e industriales, granjas y edificios residenciales, para cargas como sistemas de calefacción y refrigeración, sistemas de comunicaciones y procesamiento de datos y procesos industriales que, si se interrumpieran debido a un corte del suministro, podrían causar incomodidades, interrupciones graves de los procesos, daños a los productos o procesos en curso, o similares.

702.3 Aplicación de otros artículos. Se deben aplicar todos los artículos aplicables de este Código, excepto lo modificado por este artículo.

702.4 Aprobación de los equipos. Todos los equipos deben estar aprobados para el uso previsto.

702.5 Capacidad y valor nominal.

(A) Corriente de cortocircuito disponible. El equipo del sistema de reserva opcional debe ser adecuado para la corriente de cortocircuito máxima disponible en sus terminales.

(B) Capacidad del sistema. Los cálculos de la carga en la alimentación de reserva se deben hacer de acuerdo con el Artículo 220 o mediante otro método aprobado.

(1) Equipo de transferencia manual. Cuando se utiliza un equipo de transferencia manual, un sistema de reserva opcional debe tener la capacidad y el valor nominal adecuadas para la alimentación de todo el equipo proyectado para operación simultánea. Se permitirá que el usuario del sistema de reserva opcional seleccione la carga conectada al sistema.

(2) Equipo de transferencia automática. Cuando se utiliza un equipo de transferencia automática, el sistema de reserva opcional debe cumplir lo indicado en (2) (a) o (2) (b).

(a) Carga total. La alimentación de reserva debe ser capaz de alimentar la carga total que es transferida por el equipo de transferencia automática.

(b) Administración de la carga. Cuando se utiliza un sistema que administrará automáticamente la carga conectada, la alimentación de reserva debe tener la capacidad suficiente para alimentar la carga máxima que se conectará por medio del sistema de administración de carga.

702.6 Equipo de transferencia. El equipo de transferencia debe ser adecuado para el uso proyectado y estar diseñado e instalado de manera que se evite la interconexión involuntaria de las fuentes de alimentación normal y alternativa durante cualquier operación del equipo de transferencia. El equipo de transferencia y los sistemas de generación de energía eléctrica instalados para permitir su funcionamiento en paralelo con la alimentación normal, deben cumplir los requisitos del Artículo 705.

Se permitirá que el equipo de transferencia, ubicado en el lado de la carga de la protección del circuito ramal, tenga protección complementaria contra sobrecorriente con valor nominal de interrupción suficiente para la corriente de falla disponible que el generador puede entregar. Los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente deben formar parte de un equipo de transferencia listado.

Se exigirá un equipo de transferencia para todos los sistemas de reserva sometidos a las disposiciones de este artículo y para los cuales la alimentación del servicio eléctrico público es la fuente normal o la de reserva.

Excepción: Se permitirá la conexión temporal de un generador portátil sin equipo de transferencia, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación será atendida únicamente por personas calificadas, y donde la alimentación normal este físicamente separada por un medio de desconexión que se pueda bloquear o mediante la desconexión de los conductores de alimentación normal.

702.7 Señalización. Siempre que sea posible, se deben instalar dispositivos de señalización sonora y visual, para los siguientes propósitos.

(1) Avería. Para indicar una avería de la alimentación de reserva opcional.

(2) Conducción de carga. Para indicar que la alimentación de reserva opcional está alimentando la carga.

Excepción: No se exigirán señalizaciones para las fuentes de alimentación de reserva portátiles.

702.8 Anuncios

(A) Reserva. En el equipo de entrada de la acometida se debe colocar un anuncio que indique el tipo y la ubicación de las fuentes para alimentación de reserva opcional en el sitio. No se exigirá el anuncio para los equipos unitarios individuales para iluminación de reserva.

(B) Puesta a tierra. Cuando el conductor del circuito puesto a tierra conectado a la alimentación de reserva opcional esté conectado al conductor de un electrodo de puesta a tierra en un lugar remoto de

dicha alimentación, debe haber un anuncio en el lugar de puesta a tierra que identifique todas las fuentes de alimentación normales y de reserva opcional que estén conectadas en ese lugar.

II. Alambrado del circuito

702.9 Alambrado de los sistemas de reserva opcional. Se permitirá que el alambrado del sistema de reserva opcional ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes con otro alambrado general.

III. Puesta a tierra

702.10 Puesta a tierra de generador portátil.

(A) Sistema derivado separadamente. Cuando una fuente de reserva opcional portátil se utilice como un sistema derivado separadamente, debe estar puesto a tierra con un electrodo de puesta a tierra de acuerdo con la sección 250.30.

(B) Sistema derivado no separadamente. Cuando una fuente de reserva opcional portátil se utilice como un sistema derivado no separadamente, el conductor de puesta a tierra de equipos debe estar unido al electrodo de puesta a tierra del sistema.

IV. Fuentes de alimentación

702.11 Conjuntos generadores exteriores. Cuando un conjunto generador alojado en el exterior esté equipado con un medio de desconexión fácilmente accesible ubicado al alcance de la vista desde el edificio o la estructura alimentada, no se exigirá un medio de desconexión adicional cuando los conductores no puestos a tierra alimenten a o pasen a través del edificio o la estructura. El medio de desconexión debe cumplir los requisitos de la sección 225.36.

ARTÍCULO 705
Fuentes de generación de energía eléctrica interconectadas

I. Generalidades

705.1 Alcance. Este artículo trata de la instalación de una o más fuentes de generación de energía eléctrica que operan en paralelo con una o varias fuentes primarias de electricidad.

> **NOTA**. Son ejemplos de tipos de fuentes primarias las de suministro de redes públicas o las de energía eléctrica en el sitio.

705.2 Definiciones.

Circuito de salida del inversor interactivo de la compañía de electricidad. Conductores entre el inversor interactivo auxiliar y el equipo de acometida u otra fuente de generación de energía eléctrica, como por ejemplo una compañía de servicios públicos, para la red de generación y distribución de energía eléctrica.

Punto de acople común. Punto en el cual ocurre la interfaz de la red de generación y distribución de energía y el consumidor, en un sistema interactivo. Por lo general, éste es el lado de la carga del medidor de la red de energía.

Sistema híbrido. Sistema compuesto de fuentes múltiples de energía. Dichas fuentes pueden incluir generadores fotovoltaicos, eólicos, micro hidrogeneradores, generadores accionados por máquina y otros, pero no incluyen los sistemas de las redes de generación y distribución de energía eléctrica. Los sistemas de almacenamiento de energía, tales como las baterías, volantes o el equipo de almacenamiento magnético superconductor no constituyen fuente de energía para los propósitos de esta definición.

705.3 Otros artículos. Las fuentes de generación de energía eléctrica interconectadas deben cumplir las disposiciones de este artículo y también las disposiciones aplicables de los artículos que se enumeran en la Tabla 705.3.

Tabla 705.3. Otros artículos

Equipo/sistema	**Artículo**
Generadores	445
Sistemas solares fotovoltaicos	690
Sistemas de celdas de combustible	692
Sistemas de emergencia	700
Sistemas de reserva legalmente exigidos	701
Sistemas de reserva opcionales	702

705.4 Aprobación del equipo. Todo equipo debe estar aprobado para el uso proyectado. Los inversores interactivos auxiliares para los sistemas interconectados deben estar listados e identificados para el servicio de interconexión.

705.10 Directorio. En el lugar de instalación de cada equipo de acometida y de cada fuente de generación de energía eléctrica que se pueda interconectar, se debe instalar de forma permanente una placa o directorio, que indique todas las fuentes de energía eléctrica existentes sobre o dentro de los inmuebles.

Excepción: En las instalaciones con gran número de fuentes de generación de energía eléctrica, se permitirá designarlas por grupos.

705.12 Punto de conexión. La salida de una fuente de generación de energía eléctrica interconectada se debe conectar tal como se especifica en las secciones 705.12 (A), (B), (C) o (D).

(A) Lado de la alimentación. Se permitirá que una fuente de generación de energía eléctrica esté conectada al lado de alimentación del medio de desconexión de la acometida, tal como se permite en la sección 230.82 (6).

(B) Sistemas eléctricos integrados. Se permitirá interconectar las salidas en un punto o puntos en cualquier parte de los inmuebles, siempre que el sistema se califique como un sistema eléctrico integrado e incorpore equipos de protección de acuerdo con lo establecido en todas las secciones aplicables del Artículo 685.

(C) Más de 100 kW. Se permitirá interconectar las salidas en un punto o puntos en cualquier parte de los inmuebles, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) El total de las fuentes de electricidad que no sean de la red pública tenga una capacidad de más de 100 kW o la acometida sea de más de 1000 voltios.

(2) Las condiciones de mantenimiento y supervisión de las instalaciones aseguren que sólo personas calificadas atienden y operan el sistema.

(3) Se establezcan y mantengan salvaguardas, procedimientos documentados y equipos de protección.

(D) Inversores interactivos de la compañía de electricidad. Se permitirá que la salida de un inversor interactivo de la compañía de electricidad esté conectada al lado de la carga del medio de desconexión de la acometida de la otra fuente o fuentes en cualquier equipo de distribución en el inmueble. Cuando el equipo de distribución, incluyendo los tableros de distribución y los paneles de distribución, esté alimentado simultáneamente por una o varias fuentes primarias de electricidad y uno o más inversores interactivos de la compañía de electricidad, y cuando este equipo de distribución es capaz de alimentar múltiples circuitos ramales, alimentadores, o ambos, las disposiciones para la interconexión para el inversor o inversores interactivos de la compañía de electricidad deben cumplir con lo indicado en (D) (1) a (D) (7).

(**1**) Desconectivo y protección contra sobrecorriente dedicados. Cada interconexión de una fuente se debe hacer en un medio de desconexión dedicado con fusibles o con un interruptor automático.

(**2**) Valor nominal del conductor o de la barra conductora. La suma de las corrientes nominales de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos que alimentan una barra colectora o un conductor no debe superar el 120 por ciento del valor nominal de la barra colectora o del conductor.

(**3**) Protección contra fallas a tierra. El punto de interconexión debe estar en el lado de la línea de todos los equipos de protección contra fallas a tierra.

> *Excepción: Se permitirá hacer la conexión del lado de la carga de la protección contra fallas a tierra, siempre que haya protección contra fallas a tierra para los equipos, desde todas las fuentes de corriente de falla a tierra. Los dispositivos de protección contra fallas a tierra usados con alimentaciones conectadas a los terminales del lado de la carga deben estar identificados y listados como adecuados para retroalimentación*.

(**4**) Marcado. Los equipos que tengan dispositivos de protección contra sobrecorriente en los circuitos que alimentan a una barra colectora o a un conductor, alimentados desde fuentes múltiples de energía deben estar marcados indicando la presencia de todas las fuentes.

(**5**) Adecuado para retroalimentación. Los interruptores automáticos, si están retroalimentados, deben ser adecuados para funcionar de ese modo.

> **NOTA**: Los interruptores automáticos que están marcados con "Línea" y "Carga" han sido evaluados únicamente en la dirección marcada. Los interruptores automáticos sin marcas de "Línea" y "Carga" han sido evaluados en ambas direcciones.

(**6**) Sujeción. Se permitirá que en los interruptores automáticos listados de tipo enchufable, con retroalimentación desde inversores interactivos de la compañía de electricidad listados e identificados como interactivos, se omita el sujetador adicional exigido normalmente por la sección 408.36 (D) para tales aplicaciones.

(**7**) Conexión de salida del inversor. A menos que el panel de distribución tenga un valor nominal no inferior a la suma de las corriente nominales de todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente que lo alimentan, se debe ubicar una conexión en el panel de distribución, en el extremo opuesto (de carga) al lugar de entrada del alimentador o del circuito principal. El valor nominal de la barra conductora o del conductor se debe determinar para las cargas conectadas de acuerdo con el Artículo 220. En sistemas con paneles de distribución conectados en serie, el valor nominal del primer dispositivo de protección contra sobrecorriente conectado directamente a la salida de uno o varios inversores de la compañía de electricidad se debe usar en los cálculos para todas las barras colectoras y los conductores. Debe haber una etiqueta permanente de advertencia en el equipo de distribución con la siguiente leyenda o equivalente:

ADVERTENCIA
CONEXIÓN DE SALIDA DEL INVERSOR
NO REUBICAR ESTE DISPOSITIVO DE
PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE

705.14 Características de la salida. La salida de un generador u otra fuente de generación de energía eléctrica que funcione en paralelo con un sistema de suministro de energía eléctrica, deben tener

tensión, forma de onda y frecuencia compatibles con el sistema al cual se conecta.

> **NOTA**: El término compatible no quiere decir necesariamente que la forma de onda coincida exactamente con la de la fuente primaria.

705.16 Valor nominal de corriente de corto circuito y de interrupción. Para los valores nominales de interrupción y de corriente de cortocircuito del equipo en sistemas interactivos, se debe tener en cuenta la contribución de las corrientes de falla de todas las fuentes de alimentación interconectadas.

705.20 Medios de desconexión de las fuentes. Se deben instalar medios que permitan desconectar todos los conductores no puestos a tierra de una o varias fuentes de generación de energía eléctrica de todos los demás conductores.

705.21 Medios de desconexión de los equipos. Se deben instalar medios que permitan desconectar los equipos de generación de energía, tales como inversores interactivos de la compañía de electricidad o transformadores asociados con una fuente de generación de energía, de todos los conductores no puestos a tierra de todas las fuentes de alimentación. No se exigirá que los equipos proyectados para operarse y mantenerse como parte integral de una fuente de generación de más de 1000 voltios tengan un medio de desconexión.

705.22 Dispositivo de desconexión. El medio de desconexión de los conductores no puestos a tierra debe ser uno o varios interruptores o interruptores automáticos, manuales o de operación eléctrica con las siguientes características:

(**1**) Estar ubicados donde sean fácilmente accesibles.

(**2**) Ser operables desde el exterior, sin que el operador se exponga a entrar en contacto con partes vivas y, si son de operación eléctrica, ser de un tipo que se pueda abrir manualmente si se produjera una falla en la alimentación.

(**3**) Tener una indicación clara cuando están en posición de abierto (off) o cerrado (on).

(**4**) Tener valores nominales no menores a la carga a ser conducida y a la corriente de falla a ser interrumpida. Para equipos de desconexión energizados desde ambos lados, se debe proporcionar una marca para indicar que todos los contactos del equipo de desconexión pueden estar energizados.

> **NOTA** No. 1 para (4): En los sistemas de generación en paralelo puede haber equipos que probablemente sean energizados desde las dos direcciones, como los interruptores de cuchilla y los fusibles. Véase la sección 240.40.
>
> **NOTA** No. 2 para (4): La interconexión a una fuente primaria fuera del inmueble podría requerir de la instalación de un dispositivo de desconexión verificable visualmente.

(**5**) Desconexión simultánea de todos los conductores no puestos a tierra del circuito.

(**6**) Poderse bloquear en la posición de abierto (off).

705.30 Protección contra sobrecorriente. Los conductores deben estar protegidos contra sobrecorriente según lo establecido en el Artículo 240. Los equipos y conductores conectados a más de una fuente de energía eléctrica deben tener un número suficiente de dispositivos de protección

contra sobrecorriente, ubicados de modo que brinden protección desde todas las fuentes.

(A) Sistemas solares fotovoltaicos. Los sistemas solares fotovoltaicos deben protegerse según lo que establece el Artículo 690.

(B) Transformadores. La protección contra sobrecorriente para un transformador con a una fuente o fuentes en cada lado se debe proporcionar de acuerdo con la sección 450.3, considerando primero uno de los lados del transformador, y después el otro lado como el primario.

(C) Sistemas de celdas de combustible. Los sistemas de celdas de combustible deben estar protegidos de acuerdo con el Artículo 692.

(D) Inversores interactivos de la compañía de electricidad. Los inversores interactivos auxiliares deben estar protegidos de acuerdo con la sección 705.65.

(E) Generadores. Los generadores deben estar protegidos de acuerdo con la sección 705.130.

705.32 Protección contra fallas a tierra. Cuando se utilice protección contra fallas a tierra, la salida de un sistema interactivo debe conectarse del lado de la alimentación de esa protección.

Excepción: Se permitirá que la conexión se haga del lado de la carga de la protección contra fallas a tierra, siempre que los equipos estén protegidos contra fallas a tierra desde todas las fuentes de corriente de falla a tierra.

705.40 Pérdida de la fuente primaria. Si se pierde la fuente primaria, la fuente de generación de energía eléctrica se debe desconectar automáticamente de todos los conductores no puestos a tierra de la fuente primaria y no se deben volver a conectar hasta que se restablezca el suministro de la fuente primaria.

Excepción: Se permitirá que un inversor interactivo de la compañía de electricidad listado automáticamente deje de exportar energía después de la pérdida de la fuente primaria y no se exigirá que desconecte automáticamente todos los conductores no puestos a tierra de la fuente primaria. Se permitirá que un inversor interactivo de la compañía de electricidad listado reinicie automática o manualmente la exportación de energía al servicio una vez se restablezca la fuente primaria.

NOTA No. 1: Si una fuente de interactiva de la compañía de electricidad puede operar, de forma intencional, aisladamente, se podrían producir riesgos para las personas y para los equipos asociados a la fuente primaria. Es necesario instalar medios especiales de detección para determinar si se ha producido un corte en el sistema de alimentación de la fuente primaria y si debe haber una desconexión automática. Cuando se restablece el sistema de alimentación de la fuente primaria, también se pueden necesitar medios especiales de detección para limitar la exposición de las fuentes de generación de energía a una reconexión fuera de fase.

NOTA No. 2: Los equipos de generación por inducción en sistemas con capacitancia significativa, se pueden llegar a autoexcitar con la pérdida de la fuente primaria y experimentar fuertes sobretensiones.

Se permitirá que un inversor interactivo de la compañía de electricidad funcione como sistema autónomo para alimentar cargas que han sido desconectadas de las fuentes de la red de generación y distribución eléctrica.

705.42 Pérdida de la fuente trifásica primaria. Una fuente trifásica de generación de energía eléctrica se debe desconectar automáticamente de todos los conductores no puestos a tierra de los sistemas interconectados cuando se abra una de las fases de esa fuente. Este requisito no será aplicable para fuentes de generación de energía eléctrica que alimenten sistemas de emergencia o de reserva legalmente exigidos.

> *Excepción. Se permitirá que un inversor interactivo de la compañía de electricidad listado automáticamente deje de exportar energía cuando una de las fases de la fuente se abra y no se exigirá que desconecte automáticamente todos los conductores no puestos a tierra de la fuente primaria. Se permitirá que un inversor interactivo de la compañía de electricidad listado reinicie automática o manualmente la exportación de energía a la red pública una vez se restablezcan todas las fases de la fuente primaria.*

705.50 Puesta a tierra. Las fuentes de generación de energía eléctrica interconectadas se deben poner a tierra según lo que establece el Artículo 250.

> *Excepción: Para los sistemas de corriente continua conectados por medio de un inversor directamente a una acometida puesta a tierra, se permitirán otros métodos alternativos que proporcionen al sistema una protección equivalente y que se utilicen equipos listados e identificados para ese uso.*

II. Inversores interactivos de la compañía de electricidad

705.60 Corriente y dimensionamiento del circuito.

(A) Cálculo de la corriente máxima del circuito. La corriente máxima para el circuito específico se debe calcular de acuerdo con las secciones 705.60 (A) (1) y (A) (2).

(1) Corriente del circuito de alimentación del inversor. La corriente máxima debe ser la corriente nominal máxima de entrada del inversor.

(2) Corriente del circuito de salida del inversor. La máxima corriente debe ser la corriente nominal permanente de salida del inversor.

(B) Ampacidad y corriente nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente. Las corrientes del sistema del inversor se deben considerar como permanentes.

(1) Dimensionamiento de los conductores y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los conductores del circuito y los dispositivos de protección contra sobrecorriente se deben dimensionar para que conduzcan no menos del 125 por ciento de las corrientes máximas calculadas según la sección 705.60(A). Se permitirán que el valor nominal o el ajuste que los dispositivos de protección contra sobrecorriente estén de acuerdo con las secciones 240.4 (B) y (C).

Excepción: Se permitirá utilizar al 100 por ciento de su valor nominal, los circuitos que tengan un ensamble con su dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecorriente que estén listados para su funcionamiento continuo al 100 por ciento de su valor nominal.

705.65 Protección contra sobrecorriente.

(A) Circuitos y equipo. Los circuitos de entrada del inversor, los circuitos de salida del inversor y los conductores y el equipo del circuito de la batería de acumuladores, deben estar protegidos de acuerdo con los requisitos del Artículo 240.
Los circuitos conectados a más de una fuente eléctrica deben tener dispositivos de protección contra sobrecorriente ubicados de tal manera que brinden protección contra sobrecorriente desde todas las fuentes.

Excepción, No se exigirá un dispositivo contra sobrecorriente para los conductores dimensionados de acuerdo con la sección 705.60 (B) y ubicados donde se aplique una de las siguientes condiciones:

(1) No existen fuentes externas tales como circuitos de fuentes conectadas en paralelo, baterías o retroalimentación desde inversores.

(2) Las corrientes de cortocircuito provenientes de todas las fuentes no exceden la ampacidad de los conductores.

NOTA: Para determinar si todos los conductores y módulos están debidamente protegidos contra sobrecorriente desde todas las fuentes, hay que tener en cuenta la posible retroalimentación de corriente desde cualquier fuente de alimentación, incluida la alimentación a través de un inversor en el circuito de salida del inversor y los circuitos de la fuente del inversor.

(B) Transformadores de potencia. Un transformador con una fuente o fuentes conectadas a cada lado se debe proteger contra sobrecorriente de acuerdo con lo establecido en la sección 450.3, considerando primero uno de los lados del transformador y después el otro lado, como el primario.

Excepción: Se permitirá que un transformador de potencia, cuya corriente nominal del lado conectado a la fuente de energía del inversor no sea inferior a la corriente nominal de salida de cortocircuito del inversor, no esté protegido contra sobrecorriente desde dicha fuente.

(C) Circuitos fuente del inversor. Se permitirá que los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos ramales o los dispositivos complementarios, protejan contra sobrecorriente a los circuitos fuente del inversor. Dichos dispositivos deben ser accesibles, pero no se exigirá que sean fácilmente accesibles. Los valores estándar de los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente permitidos por esta sección, se deben dar en incrementos de un ampere, empezando en un ampere y hasta 15 amperios inclusive. Los valores estándar superiores a 15 amperios para dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente se deben basar en los valores estándar especificados en la sección 240.6 (A).

(D) Valor nominal de corriente continua. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, sean fusibles o interruptores automáticos, que se utilicen en cualquier parte de c.c. de un sistema de energía del inversor interactivo de la compañía de electricidad, deben estar listados para su uso en circuitos de c.c. y tener los valores nominales adecuados de tensión, corriente y valor nominal de interrupción.

(E) Protección contra sobrecorriente en serie. Se permitirá un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente en las cadenas de dos o más módulos conectados en serie.

705.70 Inversores interactivos de la compañía de electricidad montados en lugares que no son fácilmente accesibles.

Se permitirá que los inversores interactivos de la compañía de electricidad estén montados sobre techos u otras áreas exteriores que no sean fácilmente accesibles. Estas instalaciones deben cumplir las condiciones de los numerales (1) hasta (4).

(1) Se debe montar un medio de desconexión de corriente continua al alcance de la vista desde el inversor o en él.

(2) Se debe montar un medio de desconexión de corriente alterna al alcance de la vista desde el inversor o en él.

(3) Un medio adicional de desconexión de corriente alterna para el inversor deben cumplir con la sección 705.22.

(4) Se debe instalar una placa de acuerdo con la sección 705.10.

705.80 Sistemas de energía interactivos de la compañía de electricidad que utilizan almacenamiento de energía. Los sistemas de energía interactivos de la compañía de electricidad que utilizan almacenamiento de energía también se deben marcar con la tensión máxima de funcionamiento, incluyendo cualquier tensión de ecualización y la polaridad del conductor del circuito puesto a tierra.

705.82 Sistemas híbridos. Se permitirá que los sistemas híbridos estén interconectados con los inversores interactivos de la compañía de electricidad.

705.95 Ampacidad del conductor del neutro. Si la salida de un inversor monofásico bifilar se conecta al neutro y a un conductor no puesto a tierra (únicamente), de un sistema trifilar o de un sistema trifásico tetrafilar conectado en estrella, la carga máxima conectada entre el neutro y cualquier conductor no puesto a tierra más el valor nominal de salida del inversor no debe ser superior a la ampacidad del conductor del neutro.

705.100 Interconexiones desequilibradas.

(A) Monofásico. Los inversores monofásicos para sistemas híbridos y módulos de c.a. en sistemas híbridos interactivos, no se deben conectar a un sistema trifásico, a menos que el sistema interconectado esté diseñado de modo que no se puedan causar tensiones significativamente desequilibradas.

(B) Trifásico. Los inversores trifásicos y los módulos trifásicos de c.a. en los sistemas interactivos, deben

desenergizar automáticamente todas las fases cuando se presente una pérdida o desequilibrio de la tensión en una o más fases, a menos que el sistema interconectado esté diseñado de modo que no se pueda causar un desequilibrio significativo de las tensiones.

III. Generadores

705.130 Protección contra sobrecorriente. Los conductores deben estar protegidos de acuerdo con el Artículo 240. El equipo y los conductores conectados a más de una fuente eléctrica deben tener dispositivos de protección contra sobrecorriente ubicados de tal manera que brinden protección desde todas las fuentes. Los generadores deben estar protegidos de acuerdo con la sección 445.12.

705.143 Generadores sincrónicos. A los generadores sincrónicos en un sistema en paralelo se les debe proporcionar el equipo necesario para establecer y mantener una condición sincrónica.

ARTÍCULO 708
Sistemas de energía para operaciones críticas *(COPS - Critical Operations Power Systems)*

NOTA: Las reglas que están seguidas por una referencia entre corchetes contienen texto que ha sido tomado de la publicación NFPA 1600-2007, Standard on Disaster/Emergency Management and Business Continuity Programs. Únicamente se han hecho cambios editoriales al texto tomado para hacerlo consistente con este Código.

I. Generalidades

708.1 Alcance. Las disposiciones de éste artículo se aplican a la instalación, funcionamiento, monitoreo, control y mantenimiento de las partes del sistema de alambrado del inmueble proyectadas para alimentar, distribuir y controlar la electricidad para áreas designadas de operaciones críticas (DCOA) en el caso de una alteración de los elementos del sistema normal.

Los sistemas de energía para operaciones críticas son aquellos sistemas así clasificados por leyes municipales, estatales, federales o por otros códigos de cualquier organismo gubernamental con jurisdicción o por la documentación de ingeniería de la instalación que establece la necesidad de tales sistemas. Estos sistemas incluyen entre otros pero no están limitados a los sistemas de energía, HVAC, alarmas contra incendios, seguridad, comunicaciones, y señalización para áreas designadas de operaciones críticas.

NOTA No. 1: Los sistemas de energía para operaciones críticas por lo general se instalan en lugares de infraestructura vital que, si se destruyen o inhabilitan, podrían perturbar la seguridad nacional, la economía, la salud o la seguridad públicas; y cuando la autoridad gubernamental ha considerado necesaria la mejora en la infraestructura eléctrica para la continuidad de la operación.

NOTA No. 2: Para mayor información sobre la administración de desastres y emergencias, véase la publicación NFPA 1600 2007, Standard on Disaster/Emergency Management and Business Continuity Programs.

NOTA No. 3: Para mayor información con respecto al desempeño de los sistemas de energía de emergencia y de reserva, véase la publicación NFPA 110-2005, Standard for Emergency and Standby Power Systems.

NOTA No. 4: Para mayor información con respecto al desempeño y mantenimiento de los sistemas de emergencia en las instituciones para el cuidado de la salud, véase la publicación NFPA 99-2005, Standard for Health Care Facilities.

NOTA No. 5: Con respecto a la especificación de los lugares donde el alumbrado de emergencia se considera esencial para la seguridad de la vida, véase la publicación NFPA 110®-2006, Life Safety Code®.

NOTA No. 6: Para mayor información con respecto a la seguridad física, véase la publicación NFPA 730-2006, Guide for Premises Security.

NOTA No. 7: Las amenazas para las instalaciones que pueden requerir transferencia de la operación a los sistemas críticos incluyen elementos de ocurrencia tanto natural como por causa humana. Véase también la sección A.5.3.2 del documento NFPA 1600-2007.

NOTA No. 8: Véase el Anexo G con respecto a información sobre control de supervisión y adquisición de datos.

708.2 Definiciones.

Áreas designadas de operaciones críticas (DCOA) *(Designated Critical Operations Area (DCOA)*). Áreas dentro de una instalación o un sitio cuya designación indica que requieren de alimentación para operaciones críticas.

Control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) *(Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)*). Sistema electrónico que suministra monitoreo y control para el funcionamiento del sistema de energía para operaciones críticas. Puede incluir sistemas para alarmas contra incendios, sistemas de seguridad, control de HVAC, arranque/parada/monitoreo de las fuentes de energía y el sistema eléctrico de distribución, equipo de avisos y comunicaciones para el personal de emergencia, los ocupantes de la instalación y los operadores remotos.

Puesta en marcha. La prueba de aceptación, la prueba del sistema integrado, la puesta a punto de funcionamiento y la prueba de arranque es el proceso mediante el cual los resultados de prueba básicos verifican el funcionamiento adecuado y la secuencia de funcionamiento del equipo eléctrico, además del desarrollo de los criterios básicos mediante los cuales el análisis de la tendencia futura puede identificar el deterioro del equipo.

Sistemas de energía para operaciones críticas (COPS) (Critical Operations Power Systems (COPS)). Sistemas de energía para instalaciones o partes de ellas que requieren de funcionamiento continuo por razones de seguridad pública, administración de emergencias, seguridad nacional o continuidad del negocio.

708.3 Aplicación de otros artículos. Con excepción de lo modificado por este artículo, se deben aplicar todos los artículos aplicables de este Código.

708.4 Evaluación del riesgo. La evaluación del riesgo para los sistemas de energía para operaciones críticas debe estar documentada y se debe llevar a cabo de acuerdo con lo indicado en las secciones 708.4 (A) hasta (C).

NOTA: El Capítulo 5 de la publicación NFPA 1600-2007, Standard on Disaster/Emergency Management and Business Continuity Programs, suministra directrices adicionales con respecto a la evaluación del riesgo y el análisis de peligros.

(A) Dirección de la evaluación del riesgo. Para los sistemas de energía para operaciones críticas la evaluación del riesgo se debe realizar para identificar los peligros, la probabilidad de su ocurrencia y la vulnerabilidad del sistema eléctrico a esos peligros.

(B) Identificación de los peligros. Como mínimo, los peligros por considerar deben incluir, entre otros, los siguientes:

(1) Peligros de ocurrencia natural (geológicos, meteorológicos y biológicos).

(2) Eventos causados por los humanos (accidentales e intencionales). [1600:5.3.2]

(C) Desarrollo de la estrategia de mitigación. Con base en los resultados de la evaluación del riesgo, se debe desarrollar e implementar una estrategia para mitigar los peligros que no sean mitigados suficientemente con los requisitos prescritos este Código.

708.5 Seguridad física. Se debe suministrar seguridad física para los sistemas de energía para operaciones críticas de acuerdo con las secciones 708.5 (A) y (B).

(A) Evaluación del riesgo. Con base en los resultados de la evaluación del riesgo, se debe desarrollar, documentar e implementar una estrategia que brinde seguridad física a los sistemas de alimentación para operaciones críticas.

(B) Acceso restringido. Los circuitos y equipos eléctricos para los sistemas de energía para operaciones críticas deben ser accesibles únicamente a personal calificado.

708.6 Prueba y mantenimiento.

(A) Dirigir o presenciar las pruebas. La autoridad con jurisdicción debe dirigir o presenciar las pruebas de los sistemas completos, una vez instalados y luego periódicamente.

(B) Pruebas periódicas. Los sistemas se deben probar periódicamente, bajo un programa y de modo que resulten aceptables a la autoridad con jurisdicción, para asegurar que los sistemas se mantienen en condiciones adecuadas de funcionamiento.

(C) Mantenimiento. La autoridad con jurisdicción debe exigir un programa documentado de mantenimiento preventivo para los sistemas de energía para operaciones críticas.

> **NOTA**: Con respecto a los procedimientos de prueba mantenimiento, véase la publicación NFPA 70B-2006, Recommended Practice for Electrical Equipment Maintenance.

(D) Registro escrito. Se debe mantener un registro escrito de todas las pruebas y del mantenimiento.

(E) Pruebas bajo carga. Se deben proporcionar medios que permitan probar todos los sistemas de energía críticos bajo las condiciones de carga máxima prevista.

> **NOTA**: Con respecto a los procedimientos de prueba y mantenimiento de los sistemas de energía de emergencia (EPSS) que también se aplican a los COPS, véase la publicación NFPA 110-2005, Standard for Emergency and Standby Power Systems.

708.8 Puesta en marcha.

(A) Plan de puesta en marcha. Se debe desarrollar y documentar un plan de puesta en marcha.

> **NOTA**: Para mayor información sobre el desarrollo de un programa de puesta en marcha, véase la publicación NFPA 70B-2006, Recommended Practice for Electrical Equipment Maintenance.

(B) Pruebas de los componentes y del sistema. La instalación del equipo se debe someter a pruebas de los componentes y del sistema para garantizar que, cuando se energicen, el sistema funcionará correctamente.

(C) Resultados de las pruebas básicas. Se debe documentar un conjunto de resultados de las pruebas básicas para la comparación con pruebas de mantenimiento periódicas futuras con el fin de identificar el deterioro del equipo.

(D) Pruebas de desempeño funcional. Se debe establecer, documentar y ejecutar un programa de prueba de desempeño funcional, al terminar la instalación del sistema crítico con el fin de establecer una referencia básica para los requisitos de desempeño futuro.

> **NOTA**: Véase el Anexo F para mayor información sobre el desarrollo y la implementación de un programa de prueba de desempeño funcional.

II. Alambrado y equipo del circuito

708.10 Alambrado del circuito ramal y del alimentador.

(A) Identificación.

(1) Cajas y envolventes (*enclosures*). Todas las cajas y gabinetes (incluyendo los interruptores de transferencia, generadores y paneles de fuerza) para los circuitos del sistema de energía para operaciones críticas se deben marcar permanentemente de modo que se identifiquen fácilmente como componentes del sistema.

(2) Identificación del receptáculo. Las placas de las cubiertas para los receptáculos eléctricos o los receptáculos en sí mismos alimentados desde el COPS deben tener un color o una marca distintivos de tal manera que sean fácilmente identificables.

(B) Alambrado. Se permitirá que el alambrado de dos o más circuitos del COPS alimentados desde la misma fuente esté en la misma canalización, cable, caja o gabinete. El alambrado proveniente de una fuente del COPS o de la protección contra sobrecorriente de la distribución de la fuente del COPS para cargas críticas, se debe mantener totalmente independiente de los demás alambrados y equipos.

> *Excepción: Cuando el alimentador del COPS se instala en los* gabinetes *del equipo de transferencia.*

(C) Requisitos para el alambrado del alimentador del COPS. Los alimentadores del COPS deben cumplir con las secciones 708.10 (C) (1) hasta (C) (3).

(**1**) Protección contra daños físicos. El alambrado del sistema COPS debe estar protegido contra daños físicos. Se permitirá instalar los métodos de alambrado de acuerdo con los siguientes métodos:

(1) Conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio o cable del tipo MI.

(2) Cuando estén empotrados en no menos de 50 mm (2 pulgadas) de concreto, se permitirá utilizar cualquiera de los siguientes métodos:

a. Conduit rígido de cloruro de polivinilo SCH 40 o SCH 80 (tipo PVC).

b. Conduit de resina termofija reforzada (tipo RTRC).

c. Tubería metálica eléctrica (tipo EMT).

d. Canalizaciones no metálica flexibles o metálicas con chaqueta.

e. Ensambles de cable metálico con chaqueta listados para su instalación en concreto.

(3) Cuando deba haber disposiciones para flexibilidad en la conexión del equipo, también se permitirá uno o más de los siguientes métodos:

a. Accesorios metálicos flexibles

b. Conduit metálico flexible con accesorios listados

c. Conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios listados

(**2**) Protección contra incendio para los alimentadores. Los alimentadores deben cumplir una de las siguientes condiciones:

(1) Ser un sistema listado protector del circuito eléctrico con una clasificación de resistencia nominal al fuego mínima de una hora.

(2) Estar protegidos por un ensamble con clasificación nominal de resistencia al fuego listado para alcanzar una clasificación nominal mínima de resistencia al fuego de una hora.

(3) Estar empotrados en no menos de 50 mm (2 pulgadas) de concreto.

(4) Ser un cable listado para mantener la integridad del circuito durante no menos de una hora cuando se instala de acuerdo con los requisitos del listado.

(**3**) Protección contra inundaciones. Cuando los alimentadores del COPS están instalados por debajo del nivel del área de inundación de los últimos 100 años, los conductores del circuito deben estar listados para su uso en un lugar mojado y se deben instalar con métodos de alambrado que estén permitidos para lugares mojados.

(D) Alambrado del circuito ramal del COPS.

(a) Fuera del DCOA. (Área designada de operaciones críticas). Los circuitos ramales del COPS fuera del DCOA deben cumplir con los requisitos de protección física y contra incendios de las secciones 708.10 (C) (1) hasta (C) (3).

(b) Dentro del DCOA. Dentro del DCOA se permitirá cualquiera de los métodos de alambrado reconocidos en el Capítulo 3 de este Código.

708.11 Equipo de distribución del alimentador y del circuito ramal.

(A) Equipo de distribución del circuito ramal. El equipo de distribución del circuito ramal del COPS debe estar dentro de la misma DCOA de los circuitos ramales a los que alimenta.

(B) Equipo de distribución del alimentador. El equipo para los circuitos del alimentador del COPS (incluyendo el equipo de transferencia, los transformadores y los paneles de distribución) debe cumplir con los numerales (1) y (2).

(1) Estar ubicados en espacios con una clasificación nominal al fuego de 2 horas.

(2) Estar ubicados por encima del nivel del área de inundación de los últimos 100 años.

708.12 Alimentadores y circuitos ramales alimentados por el COPS. Los alimentadores y circuitos ramales alimentados por el COPS deben alimentar únicamente al equipo especificado como necesario para el uso en operaciones críticas.

708.14 Alambrado de los sistemas de HVAC, alarmas contra incendios, seguridad, comunicaciones de emergencia y señalización. Todos los conductores o cables se deben instalar utilizando cualquiera de los métodos de alambrado metálicos que se permiten en la sección 708.10 (C) (1) y además deben cumplir con lo indicado en las secciones 708.14 (1) hasta 708.14 (8), según sea aplicable.

(1) Los alambres de comunicaciones y señalización deben utilizar pares trenzados y blindados.

(2) Los blindajes de los alambres de señalización y comunicación deben ser continuas.

(3) Se deben utilizar cables de fibra óptica para las conexiones entre dos o más edificios en la propiedad y bajo una sola administración.

(4) Se deben proporcionar protectores secundarios listados en los terminales de los circuitos de comunicación.

(5) Los conductores para todos los circuitos de control con valor nominal superior a 50 voltios se deben instalar con alambre con valor nominal no inferior a 600 voltios.

(6) Los circuitos de comunicaciones, alarmas contra incendios y señalización deben utilizar relés con

contactos con valores nominales que excedan a la tensión y la corriente nominales del circuito controlado.

(7) Los cables de comunicación instalados verticalmente deben ser cables con clasificación de resistencia al fuego de 2 horas o un sistema listado de protección del circuito eléctrico para 2 horas.

(8) El alambrado de control, monitoreo y fuerza para los sistemas HVAC debe ser cables con clasificación de resistencia al fuego de 2 horas o un sistema listado de protección del circuito eléctrico para 2 horas.

III. Fuentes de energía y conexión

708.20 Fuentes de energía.

(A) Requisitos generales. La alimentación de corriente debe ser tal que, en el caso de una falla de la alimentación normal hacia el DCOA, la energía para las operaciones críticas debe estar disponible dentro del tiempo exigido para la aplicación. El sistema de alimentación de energía para las operaciones críticas, además de las acometidas normales para el edificio y que cumplen los requisitos generales de esta sección, debe ser de uno o más de los tipos de sistemas que se describen en las secciones 708.20 (D) hasta (H).

> **NOTA**: La asignación del grado de confiabilidad de los sistemas reconocidos de energía para operaciones críticas depende de la evaluación cuidadosa de acuerdo con la evaluación del riesgo.

(B) Protección contra incendios. Cuando se encuentran dentro de un edificio, los equipos para las fuentes de energía que se describen en las secciones 708.20 (D) hasta (H) se deben instalar bien sea en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos aprobados de supresión de incendios (rociadores, sistemas de dióxido de carbono, etc.) o en espacios con una clasificación nominal de resistencia al fuego de 1 hora.

(C) Puesta a tierra. Todas las fuentes de energía deben estar puestas a tierra como fuentes derivadas separadamente, de acuerdo con la sección 250.30.

> *Excepción: Cuando el equipo que contiene al puente principal de unión o al puente de unión del sistema para la alimentación normal y el alambrado del alimentador al equipo de transferencia están instalados de acuerdo con las secciones 708.10 (C) y 708.11 (B).*

(D) Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias. Se deben suministrar dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias en todos los niveles de tensión de distribución de la instalación.

(E) Baterías de acumuladores. Se debe suministrar un medio automático para cargar las baterías. Las baterías deben ser compatibles con el cargador para esa instalación en particular. Para una batería sellada, no se exigirá que la caja sea transparente. Sin embargo, para las baterías de plomo ácido que requieren de la adición de agua, se deben suministrar cajas transparentes o translúcidas. No se deben utilizar baterías de tipo automotriz.

(F) Conjunto generador.

(1) Accionado por una fuente primaria. Un conjunto generador accionado por una fuente primaria deben tener un medio para arrancar automáticamente la fuente primaria en una falla del servicio normal. Se debe proporcionar un retardo de tiempo que permita una regulación de 15 minutos para evitar retransferir en caso del restablecimiento de corta duración de la fuente normal.

(2) Energía para las bombas de transferencia de combustible. Cuando se requiera energía eléctrica para el funcionamiento de las bombas de transferencia de combustible con el fin de suministrar combustible al tanque de uso diario del conjunto generador, dichas bombas deben conectarse al COPS.

(3) Alimentación doble. Las fuentes primarias no deben depender exclusivamente de las redes públicas de suministro de gas para su provisión de combustible, ni de la red municipal de agua para sus sistemas de refrigeración. Si se utilizan dos sistemas alimentación de combustible, se deben instalar medios de transferencia automática de un sistema a otro.

(4) Energía por baterías y compuertas. Cuando se utilicen baterías de acumuladores para los circuitos de control o de señalización o como medios de arranque para la fuente primaria, deben ser adecuadas para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del conjunto generador. Cuando se requiera un cargador de baterías para el funcionamiento de un conjunto generador, dicho cargador se debe conectar al COPS. Cuando se requiera energía para el funcionamiento de las compuertas empleadas para ventilar el conjunto generador, dichas compuertas deben conectarse al COPS.

(5) Conjuntos generadores exteriores. Cuando un conjunto generador alojado en el exterior esté equipado con un medio de desconexión fácilmente accesible ubicado al alcance de la vista desde el edificio o la estructura alimentada, no se exigirá un medio de desconexión adicional cuando los conductores no puestos a tierra alimenten a o pasen a través del edificio o la estructura.

(6) Medio para conectar un generador portátil o montado en un vehículo. Cuando el COPS está alimentado por un solo generador, se debe suministrar un medio para conectar un generador portátil o montado en un vehículo.

(7) Alimentación de combustible en el sitio. Cuando se utilizan motores de combustión interna como fuente primaria, se debe suministrar una alimentación de combustible en el sitio. Dicha alimentación se debe asegurar y proteger de acuerdo con la evaluación de riesgos.

(G) Suministro de energía ininterrumpida. Los suministros de energía ininterrumpida que se utilicen como la única fuente de energía para el COPS deben cumplir con las disposiciones aplicables de las secciones 708.20 (E) y (F).

(H) Sistema de celdas de combustible. La instalación de un sistema de celdas de combustible debe cumplir los requisistos de la Parte II hasta la VIII del Artículo 692.

708.22 Capacidad de las fuentes de energía.

(A) Capacidad y valor nominal. Un COPS debe tener la capacidad y el valor nominal para todas las cargas que van a funcionar simultáneamente para la operación continua con carga variable durante una cantidad ilimitada de horas, excepto por el mantenimiento exigido de la fuente de alimentación.

Siempre que la fuente de energía del COPS esté fuera de servicio por mantenimiento o reparación, debe estar disponible una fuente de energía portátil, temporal o redundante alternativa.

(B) Distribución selectiva de carga, derrame de carga y rasurada de picos de carga. Se permitirá que la fuente de energía alternativa alimente el COPS de emergencia, sistemas de reserva legalmente exigidos y cargas opcionales cuando la alimentación tenga la capacidad adecuada o cuando se proporcione una distribución selectiva de carga y derrame de carga automáticos, de la forma necesaria para garantizar energía adecuada para (1) los circuitos de emergencia y del COPS, (2) los circuitos de reserva legalmente exigidos, y (3) los circuitos de reserva opcionales, en este orden de prioridad. Siempre que se cumplan las condiciones anteriores, se permitirá utilizar la fuente alternativa de energía para rasurar los picos de carga.

Para efectos de satisfacer los requisitos de prueba de acuerdo con la sección 708.6 (B), se permitirá la operación de rasurado de picos de carga, siempre que se cumplan todas las demás disposiciones de la sección 708.6.

(C) Duración del funcionamiento del COPS. La fuente alternativa de energía debe ser capaz para el funcionamiento del COPS durante un mínimo de 72 horas a plena carga del DCOA con una tensión estable con una variación máxima de más o menos 10 por ciento de la tensión nominal de utilización.

(D) Ventilación. Se debe suministrar una ventilación adecuada para la fuente alternativa de energía para su funcionamiento continuo a las temperaturas ambiente máximas previstas.

> **NOTA**: Las publicaciones NFPA 110-2005, Standard for Emergency and Standby Power Systems, y NFPA 111-2005, Standard for Stored Energy Emergency and Standby Power Systems, incluyen información adicional con respecto al aire de ventilación para combustión y refrigeración.

708.24 Equipo de transferencia.

(A) Generalidades. El equipo de transferencia, incluyendo los interruptores de transferencia automática, debe ser automático y estar identificado para uso de emergencia. El equipo de transferencia debe estar diseñado e instalado de manera que se evite la interconexión involuntaria de las fuentes de alimentación normal y la alimentación para operaciones críticas durante cualquier operación del equipo de transferencia. El equipo de transferencia y los sistemas de generación de energía eléctrica instalados para permitir su funcionamiento en paralelo con la alimentación normal, deben cumplir los requisitos del Artículo 705.

(B) Seccionadores de desviación. Se permitirá un medio para conectar en desviación y separar físicamente el equipo de transferencia. Si se emplean seccionadores de desviación, se debe evitar la operación accidental en paralelo.

(C) Interruptores de transferencia automática. Cuando se utilizan con fuentes que no son autosincronizadas, los interruptores de transferencia automática deben cumplir lo indicado en (C) (1) y (C) (2)

(1) Los interruptores de transferencia automática deben estar listados para uso de emergencia.

(2) Los interruptores de transferencia automática deben operarse eléctricamente y retenerse

mecánicamente.

(D) Uso. El equipo de transferencia solo debe alimentar cargas del COPS.

708.30 Circuitos ramales alimentados por el COPS. Los circuitos ramales alimentados por el COPS deben alimentar únicamente al equipo especificado como necesario para el uso en operaciones críticas.

IV. Protección contra sobrecorriente

708.50 Accesibilidad. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito ramal y del alimentador deben ser accesibles únicamente a personas autorizadas.

708.52 Protección del equipo contra fallas a tierra.

(A) Aplicabilidad. Los requisitos de la sección 708.52 se deben aplicar a las operaciones críticas (incluyendo edificios con múltiples ocupaciones) con áreas de operaciones críticas.

(B) Alimentadores. Cuando se suministra protección contra fallas a tierra para el funcionamiento de los medios de desconexión de la acometida o del alimentador, tal como se especifica en las secciones 230.95 ó 215.10, se debe proporcionar un nivel adicional de protección contra fallas a tierra en todos los medios de desconexión del siguiente nivel del alimentador, aguas abajo hacia la carga. Dicha protección debe constar de dispositivos de protección contra sobrecorriente y transformadores de corriente u otro equipo protector equivalente que produzca la apertura de los medios de desconexión del alimentador.

No se deben instalar los niveles adicionales de protección contra fallas a tierra en sistemas eléctricos que no sean sistemas en estrella puestos a tierra sólidamente con más de 150 voltios a tierra, pero que no excedan los 600 voltios de fase a fase.

(C) Pruebas. Cuando se instala primero la protección del equipo contra fallas a tierra, cada nivel se debe someter a prueba para garantizar que la protección contra fallas a tierra está operativa.

> **NOTA**: La prueba está proyectada para verificar que la función contra fallas a tierra está operativa. La prueba de desempeño no está destinada a verificar la selectividad que se indica en la sección 708.52 (D), dado que con frecuencia está coordinada de manera similar a los interruptores automáticos mediante la revisión de las curvas de corriente y de relación y ajustando adecuadamente el equipo. (La selectividad de los fusibles y de los interruptores automáticos no se somete a prueba de desempeño para sobrecarga y cortocircuito).

(D) Selectividad. La protección contra fallas a tierra para el funcionamiento de los medios de desconexión del alimentador y de la acometida debe ser totalmente selectiva de manera que el dispositivo del alimentador, pero no el dispositivo de la acometida, se debe abrir cuando haya fallas a tierra en el lado de carga del dispositivo del alimentador. Se debe proporcionar una separación mínima de 6 ciclos entre las bandas de disparo contra fallas a tierra de la acometida y del alimentador. Al seleccionar el intervalo de tiempo entre estas dos bandas para lograr una selectividad del 100 por ciento, se debe considerar el tiempo de operación de los dispositivos de desconexión.

NOTA: Véase la sección 230.95, NOTA No. 4, con respecto a la transferencia de la alimentación alternativa cuando se aplica la protección contra fallas a tierra.

708.54 Coordinación. Los dispositivos de protección contra corriente del sistema o sistemas de energía para operaciones críticas deben estar coordinados de manera selectiva con todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del lado de la alimentación.

V. Desempeño y análisis del sistema

708.64 Plan de operaciones de emergencia. Un establecimiento con un COPS debe tener un plan documentado de operaciones de emergencia. El plan debe considerar las operaciones de emergencia y la respuesta, el restablecimiento y la continuidad de las operaciones.

NOTA: La publicación NFPA 1600-2007, Standard on Disaster/Emergency Management and Business Continuity Programs, sección 5.7, proporciona directrices para el desarrollo y la implementación de los planes de emergencia.

ARTÍCULO 720
Circuitos y equipos que funcionan a menos de 50 voltios

720.1 Alcance. Este artículo trata de las instalaciones de corriente continua o de corriente alterna que funcionan a menos de 50 voltios.

720.2 Otros artículos. No se exigirá que las instalaciones de corriente continua o corriente alterna que funcionan a menos de 50 voltios, tal como se tratan en las secciones 411.1 hasta 411.7; Parte VI del Artículo 517; Parte II del Artículo 551; Partes II y III y sección 552.60(B) del Artículo 552; secciones 650.1 hasta 650.8; 669.1 hasta 669.9; Partes I y VIII del Artículo 690; Partes I y III del Artículo 725; o Partes I y III del Artículo 760, cumplan con las disposiciones de este artículo.

720.3 En lugares (clasificados como) peligrosos. Las instalaciones que están dentro del alcance de este artículo y que estén instaladas en lugares (clasificados como) peligrosos también deben cumplir las disposiciones adecuadas para lugares (clasificados como) peligrosos en otros artículos aplicables de este Código.

720.4 Conductores. Los conductores no deben tener un calibre inferior al 12 AWG de cobre o equivalente. Los conductores de los circuitos ramales de electrodoméstico(s) que alimenten a más de un electrodoméstico(s) o receptáculo para electrodomésticos, no deben tener un calibre inferior al 10 AWG de cobre o equivalente.

720.5 Portalámparas. Se deben utilizar portalámparas estándar que no tengan un valor nominal inferior a los 660 watts.

720.6 Valor nominal de los receptáculos. Los receptáculos no deben tener un valor nominal inferior a los 15 amperios.

720.7 Receptáculos exigidos. En las cocinas, zonas de lavandería y otros lugares donde sea probable que se utilicen electrodomésticos portátiles, se deben instalar receptáculos con valor nominal no inferior a 20 amperios.

720.9 Baterías. Las instalaciones de baterías de acumuladores deben cumplir lo establecido en las secciones 480.1 hasta 480.4 y 480.8 hasta 480.10.

720.11 Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos que funcionen a menos de 50 voltios se deben instalar de manera organizada y profesional. Los cables se deben soportar por la estructura del edificio de modo que no sean dañados durante el uso normal del edificio.

ARTÍCULO 725
Circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada

I. Generalidades

725.1 Alcance. Este artículo trata de los circuitos de control remoto, de señalización y de potencia limitada que no forman parte integral de un dispositivo o electrodoméstico.

> **NOTA**. Los circuitos de los que trata este artículo se caracterizan por limitaciones de uso y de potencia eléctrica que los diferencia de los circuitos de alumbrado y de fuerza. Por lo tanto se les aplica requisitos alternativos a los de los Capítulos 1 al 4 con respecto al calibre mínimo de los alambres, factores de reducción del valor nominal, protección contra sobrecorriente, requisitos de aislamiento y métodos y materiales de alambrado.

725.2 Definiciones.

Cable abandonado de Clase 2, Clase 3 y PLTC. Cable de Clase 2, Clase 3 y PLTC instalados y que no terminan en un equipo y que no están identificados con una etiqueta para uso futuro.

Cable para integridad del circuito (CI). Cable(s) usado(s) para sistemas de control remoto, señalización y de potencia limitada que alimentan circuitos críticos para garantizar la supervivencia para el funcionamiento continuo del circuito durante un tiempo específico y bajo condiciones de incendio.

Circuito Clase 1. Parte del sistema de alambrado entre el lado de carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente o la alimentación de potencia limitada y los equipos conectados.

> **NOTA**: Véase la sección 725.21 con respecto a las limitaciones de tensión y de potencia de los circuitos Clase I.

Circuito Clase 2 . Parte del sistema de alambrado entre el lado de la carga de una fuente de alimentación de Clase 2 y los el equipos conectados. Debido a sus limitaciones de potencia, un circuito de Clase 2 se considera seguro desde el punto de vista de la iniciación del fuego y ofrece una protección aceptable contra el choque eléctrico.

Circuito Clase 3. Parte del sistema de alambrado entre el lado de la carga de una fuente de alimentación de Clase 3 y los el equipos conectados. Debido a sus limitaciones de potencia, un circuito de Clase 3 se considera seguro desde el punto de vista de la iniciación del fuego. Como en este circuito se permiten niveles de tensión y de corriente más altos a los de la Clase 2, se especifican medidas adicionales de seguridad para proporcionar protección contra el riesgo de choque eléctrico que se pudiera encontrar.

725.3 Otros Artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir con los artículos o las secciones que se indican en las secciones 725.3 (A) hasta (G). Sólo aquellas secciones del Artículo 300 referenciadas en este artículo se deben aplicar a los circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3.

(A) Número y calibre de los conductores en una canalización. Sección 300.17.

(B) Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las instalaciones de los circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 deben cumplir con la sección 300.21.

(C) Ductos, cámaras de distribución de aire y otros espacios de circulación del aire. Los circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 instalados en conductos, cámaras de distribución de aire y otros espacios de circulación de aire deben cumplir con la sección 300.22.

> *Excepción: Se permitirán cables del tipo CL2P o CL3P y canalizaciones de señalización de cámaras de distribución de aire para circuitos de Clase 2 y de Clase 3 instalados en otros espacios utilizados para circulación de aire de acuerdo con la sección 725.154 (A).*

(D) Lugares (clasificados como) peligrosos. Cuando estén instalados en estos lugares, los Artículos 500 a 516 y el articulo 517 Parte IV.

(E) Bandejas portacables. Cuando estén instalados en bandejas portacables, el Artículo 392.

(F) Circuitos de control de motores. Deben cumplir lo establecido en el Artículo 430 Parte VI cuando se deriven del lado de la carga del dispositivo o dispositivos de protección del circuito ramal para motores, según lo especificado en la sección 430.72(A).

(G) Cable para bandeja de instrumentación. Véase el artículo 727.

725.21 Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos no debe verse impedido por la acumulación de cables y alambres que evite la remoción de los paneles, incluso los paneles del cielo raso suspendido.

725.24 Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 se deben instalar de manera organizada y profesional. Los cables y conductores instalados expuestos en la superficie de cielos rasos y paredes laterales se deben sostener por la estructura del edificio de modo que el cable no se dañe durante el uso normal del edificio. Los cables se deben sostener con correas, grapas, ganchos, amarres para cable o accesorios similares diseñados e instalados de modo que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con la sección 300.4 (D).

725.25 Cables abandonados. La parte accesible de los cables abandonados de Clase 2, Clase 3 y PLTC se debe retirar. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, ésta debe tener la durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

725.30 Identificación de los circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3. Los circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 se deben identificar en los lugares de los terminales y de los empalmes, de manera tal que se evite la interferencia involuntaria con otros circuitos durante la prueba y el mantenimiento.

725.31 Equipo de control de seguridad

(A) Circuitos de control remoto. Los circuitos de control remoto de los equipos de control de seguridad se deben clasificar como de Clase 1, si cuando el equipo deja de funcionar se puede producir un riesgo directo de incendio o para la vida.
No se consideran equipos de control de seguridad los termostatos para cuartos, los reguladores de la temperatura del agua y otros controles similares utilizados junto con los equipos electrodomésticos

de calefacción y aire acondicionado.

(B) Protección física. Cuando una avería en el circuito de control remoto de un equipo de control de seguridad pueda producir un riesgo como los descritos en la sección 725.31 (A), todos los conductores de dichos circuitos de control remoto deben estar instalados en conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit rígido no metálico, tubería eléctrica metálica, cable del tipo MI, cable del tipo MC u otro tipo debidamente protegido contra los daños físicos.

725.35 Requisitos de los circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3. Un circuito de control remoto, de señalización o de potencia limitada debe cumplir con las siguientes partes de este Artículo:

(1) Circuitos de Clase 1: las Partes I y II.

(2) Circuitos de Clase 2 y de Clase 3: las Partes I y III

II. Circuitos de Clase 1

725.41 Clasificación de los circuitos de Clase 1 y requisitos de las fuentes de alimentación. Los circuitos de Clase 1 se deben clasificar en circuitos de potencia limitada de Clase 1, cuando cumplen las limitaciones de potencia de la sección 725.41 (A), o en circuitos de control remoto y señalización de Clase 1, cuando se usen para control remoto o señalización y cumplan las limitaciones de potencia de la sección 725.41 (B).

(A) Circuitos de potencia limitada de Clase 1. Estos circuitos deben estar alimentados por una fuente de alimentación con una salida nominal de no más de 30 voltios y 1000 voltamperios.

(1) Transformadores de Clase 1. Los transformadores utilizados para alimentar circuitos de potencia limitada de Clase 1 deben cumplir con las secciones aplicables de las Partes I y II del Artículo 450.

(2) Otras fuentes de alimentación de Clase 1. Las fuentes de alimentación distintas de los transformadores deben estar protegidas por dispositivos contra sobrecorriente con valor nominal no superior al 167 por ciento de los voltamperios nominales de la fuente divididos por su tensión nominal. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente no deben ser intercambiables con otros de mayor valor nominal. Se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecorriente sea una parte integral de la fuente de alimentación.

Para cumplir con la limitación de 1000 voltamperios establecida en la sección 725.41 (A), la salida máxima ($VA_{máx}$) de las fuentes de alimentación que no sean transformadores se debe limitar a 2500 voltamperios y el producto de la corriente máxima ($I_{máx}$) por la tensión máxima ($V_{máx}$) no debe superar los 10,000 voltamperios. Estos valores nominales se deben determinar mediante la derivación cualquier dispositivo de protección contra sobrecorriente.

$VA_{máx}$ es la salida máxima en voltamperios después de un minuto de funcionamiento, independientemente de la carga y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente (si se usa) desviado mediante su derivación. Para determinar los $VA_{máx}$ no se debe anular mediante su derivación la impedancia de limitación de corriente.

$I_{máx}$ es la corriente máxima de salida con cualquier carga no capacitiva, incluyendo un cortocircuito, y

con la protección contra sobrecorriente (si se usa) desviada mediante su derivación. Al determinar la $I_{máx}$ no se debe desviar mediante su derivación la impedancia de limitación de corriente. Cuando se utilice una impedancia de limitación de corriente, listada para esa aplicación o que forme parte de un producto listado, en combinación con una fuente de almacenamiento de energía, por ejemplo una batería de acumuladores, para limitar la corriente de salida, se deben aplicar los límites de $I_{máx}$ después de 5 segundos.

$VA_{máx}$ es la máxima tensión de salida independientemente de la carga, cuando se aplica la entrada nominal.

(B) Circuitos de control remoto y señalización de Clase 1. Estos circuitos no deben exceder los 600 voltios. No se exigirá limitar la potencia de salida de la fuente de alimentación.

725.43 Protección contra sobrecorriente de los circuitos Clase 1. La protección contra sobrecorriente para conductores del 14 AWG y mayores se debe proporcionar de acuerdo con la ampacidad de dichos conductores, sin aplicar los factores de corrección de la sección 310.15 al cálculo de la ampacidad. La protección contra sobrecorriente no debe ser mayor de 7 amperios para los conductores del 18 AWG ni de 10 amperios para los del 16 AWG.

Excepción: Cuando otros artículos de este Código exijan o permitan otra protección contra sobrecorriente.

NOTA. Por ejemplo, véanse las secciones 430.72 con respecto a los motores, 610.53 para grúas y elevadores y 517.74 (B) y 660.9 para equipos de rayos X.

725.45 Ubicación de los dispositivos contra la sobrecorriente de un circuito Clase 1. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben estar ubicados tal como se especifica en las secciones 725.45 (A), (B), (C), (D) o (E).

(A) Punto de alimentación. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben estar ubicados en el punto donde el conductor que se va a proteger recibe su alimentación.

(B) Derivaciones del alimentador. Se permitirá que los conductores de circuitos de Clase 1 sean derivados, sin protección contra sobrecorriente en la derivación, cuando el dispositivo contra sobrecorriente que protege el conductor del circuito esté dimensionado para proteger al conductor en derivación.

(C) Derivaciones del circuito ramal. Los conductores de un circuito de Clase 1 del 14 AWG y mayores que estén derivados desde el lado de carga del dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecorriente de un alumbrado controlado y un circuito de alimentación requerirán únicamente protección contra fallas a tierra y cortocircuito, y se permitirá que estén protegidos por el dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecorriente cuyo valor nominal no sea superior al 300 por ciento de la ampacidad del conductor del circuito de Clase 1.

(D) Lado del primario del transformador. Se permitirá que los conductores de un circuito de Clase 1 alimentados por el secundario de un transformador monofásico con solo un secundario bifilar (una sola tensión) estén protegidos por la protección contra sobrecorriente proporcionada en el lado del primario del transformador, siempre que dicha protección cumpla lo establecido en la sección 450.3 y no exceda el valor determinado al multiplicar la ampacidad del conductor del secundario por la relación de tensión del secundario al primario del transformador. Los conductores del secundario de

un transformador diferente a un bifilar no se deben considerar como protegidos por la protección contra sobrecorriente del primario.

(E) Lado de entrada de una fuente electrónica de alimentación. Se permitirá que los conductores de un circuito Clase 1 alimentados por la salida de una fuente electrónica de alimentación, listada, monofásica, diferente a un transformador, que tenga sólo una salida bifilar (una sola tensión) para conectarse con circuitos de Clase 1, estén protegidos mediante la protección contra la sobrecorriente proporcionada en el lado de entrada de la fuente electrónica de alimentación, siempre que esta protección no exceda el valor determinado al multiplicar la ampacidad de los conductores del circuito de Clase 1 por la relación de la tensión de salida a la de entrada. Las salidas de una fuente electrónica de alimentación, diferentes a las bifilares (una sola tensión), no deben considerarse protegidas por la protección contra sobrecorriente del primario.

725.46 Métodos de alambrado para circuitos de Clase 1. Los circuitos de Clase 1 se deben instalar de acuerdo con la Parte I del Artículo 300 y con los métodos de alambrado de los artículos adecuados del Capítulo 3.

Excepción No. 1: Se permitirá aplicar las disposiciones de las secciones 725.48 hasta 725.51 en las instalaciones de los circuitos de Clase 1.

Excepción No. 2: Los métodos permitidos o exigidos por otros artículos de este código se deben aplicar a las instalaciones de los circuitos de Clase 1.

725.48 Conductores de distintos circuitos en el mismo cable, bandeja portacables, gabinete o canalización. Se permitirá instalar los circuitos de Clase 1 junto con otros circuitos según se especifica en las secciones 725.48 (A) y (B).

(A) Dos o más circuitos Clase 1. Se permitirá que los circuitos Clase 1 ocupen el mismo cable, bandeja portacables, gabinete o canalización, independientemente de si los circuitos individuales son de corriente continua o de corriente alterna, siempre que todos los conductores estén aislados para la máxima tensión de cualquier conductor que haya en el cable, bandeja portacables, gabinete o canalización.

(B) Circuitos de Clase 1 con circuitos de alimentación. Sólo se permitirá que los circuitos Clase 1 se instalen con conductores de alimentación tal como se especifica en las secciones 725.48 (B) (1) hasta (B) (4).

(**1**) En un cable, gabinete o canalización. Se permitirá que los circuitos de Clase 1 y los circuitos de alimentación ocupen el mismo cable, gabinete o canalización únicamente cuando el equipo alimentado esté funcionalmente asociado.

(**2**) En centros de control ensamblados en fábrica o en el campo. Se permitirá que los circuitos de Clase 1 y los circuitos de alimentación se instalen en centros de control ensamblados en fábrica o en el campo.

(**3**) En un pozo de inspección. Se permitirá que los circuitos de Clase 1 y los circuitos de alimentación se instalen como conductores subterráneos en un pozo de inspección, siempre que se cumpla una de las siguientes condiciones:

(1) Los conductores del circuito de alimentación o del circuito Clase 1 están en un

cable dentro de gabinete metálico o un cable del tipo UF.

(2) Además del aislamiento del alambre, los conductores del circuito Clase 1 estén separados permanentemente de los conductores de alimentación por un material continuo no conductor y fijo firmemente, como por ejemplo una tubería flexible.

(3) Los conductores estén permanente y eficazmente separados de los de alimentación y asegurados firmemente a bastidores, aisladores u otros soportes aprobados.

(**4**) En bandejas portacables. Las instalaciones en bandejas portacables deben cumplir con las secciones 725.48 (B) (4) (1) o (B) (4) (2).

(1) Los conductores del circuito de Clase 1 y los conductores de alimentación no asociados funcionalmente con los conductores del circuito de Clase 1, deben estar separados por una barrera fija y sólida de un material compatible con la bandeja portacables.

(2) Se permitirá que los conductores del circuito de Clase 1 y los conductores de alimentación no asociados funcionalmente con los conductores del circuito de Clase 1, estén instalados en una bandeja portacables sin barreras, si todos los conductores están instalados con cables multiconductores separados de los tipos AC, MC, MI o TC, y si todos los conductores en los cables están aislados a 600 voltios.

725.49 Conductores de los circuitos de Clase 1

(A) Calibre y usos. Se permitirá usar conductores con calibre 18 AWG y 16 AWG siempre que las cargas que alimentan no superen las ampacidades dadas en la sección 402.5, y además estén instalados en una canalización, un gabinete aprobado o en un cable listado. Los conductores de calibre mayor al 16 AWG no deben alimentar cargas mayores que las ampacidades dadas en la sección 310.15. Los cordones flexibles deben cumplir lo dispuesto en el Artículo 400.

(B) Aislamiento. El aislamiento de los conductores debe ser adecuado para 600 voltios. Los conductores de calibre mayor al 16 AWG deben cumplir lo establecido en el Artículo 310. Los conductores con calibre 18 AWG y 16 AWG deben ser de los Tipos FFH-2, KF-2, KFF-2, PAF, PAFF, PF, PFF, PGF, PGFF, PTF, PTFF, RFH-2, RFHH-2, RFHH-3, SF-2, SFF-2, TF, TFF, TFFN, TFN, ZF o ZFF. Se permitirá usar conductores con aislamiento de otros tipos o de otros espesores, siempre que estén listados para usarlos en circuitos Clase 1.

725.51 Número de conductores en las bandejas portacables y en las canalizaciones y factores de corrección.

(A) Conductores de los circuitos Clase 1. Cuando en una canalización sólo haya conductores de circuitos Clase 1, el número de conductores se debe determinar de acuerdo con la sección 300.17. Sólo se deben aplicar los factores de corrección de la sección 310.15 (B) (2) (a) si dichos conductores conducen cargas permanentes mayores al 10 por ciento de la ampacidad de cada conductor.

(B) Conductores de alimentación y de circuitos de Clase 1. Cuando, según lo permitido en la sección 725.48, haya conductores de circuitos de Clase 1 y de alimentación en una canalización, el número de conductores se debe determinar de acuerdo con la sección 300.17. Los factores de corrección de la sección 310.15 (B) (2) (a) se deben aplicar del siguiente modo:

(1) A todos los conductores, cuando los conductores del circuito de Clase 1 conduzcan cargas permanentes mayores al 10 por ciento de la ampacidad de cada conductor, y el número total de conductores sea de más de tres.

(2) Sólo a los conductores de alimentación, cuando los conductores del circuito de Clase 1 no conduzcan cargas permanentes mayores al 10 por ciento de la ampacidad de cada conductor, y el número total de conductores de alimentación sea de más de tres.

(C) Conductores de circuitos de Clase 1 en bandejas portacables. Cuando haya conductores de circuitos de Clase 1 instalados en bandejas portacables, estos deben cumplir lo establecido en las secciones 392.9 hasta 392.11.

725.52 Circuitos que se prolongan más allá de un edificio. Los circuitos de Clase 1 que se prolongan aéreamente más allá de un edificio, también deben cumplir los requisitos del Artículo 225.

III. Circuitos Clase 2 y Clase 3

725.121 Fuentes de alimentación para circuitos de Clase 2 y Clase 3.

(A) Fuente de alimentación. La fuente de alimentación para un circuito de Clase 2 o Clase 3 debe ser como se especifica en las secciones 725.121 (A) (1), (A) (2), (A) (3), (A) (4) o (A) (5).

NOTA No. 1: En la Figura 725.121 se indican las relaciones entre las fuentes de alimentación de Clase 2 o Clase 3, su alimentación, y los circuitos de Clase 2 o Clase 3.

NOTA No. 2: En las Tablas 11(A) y 11(B) del Capítulo 9 se establecen los requisitos para las fuentes de alimentación listadas de Clase 2 y Clase 3.

(**1**) Un transformador listado para Clase 2 o Clase 3.

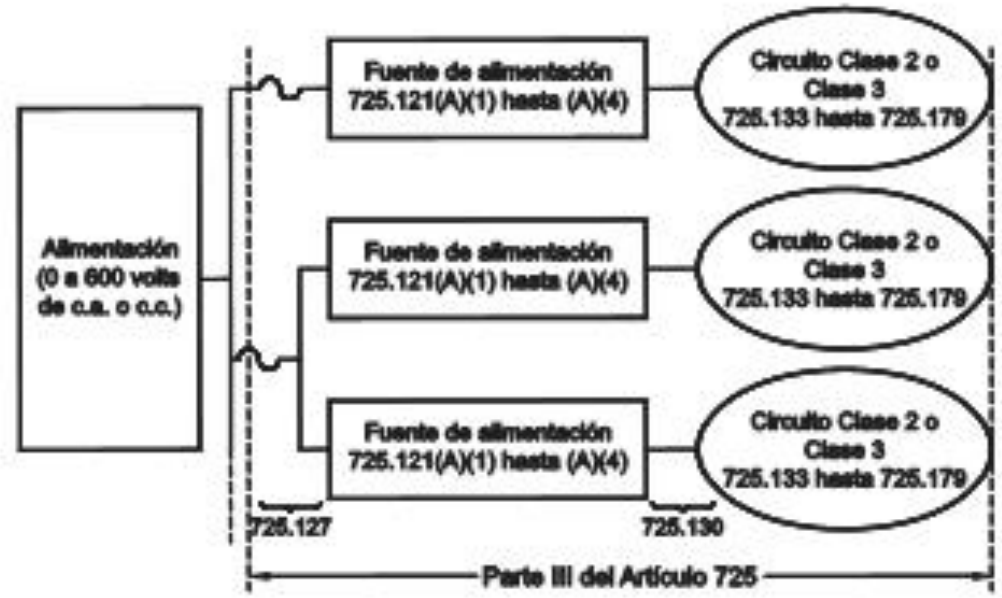
(**2**) Una fuente de alimentación listada para Clase 2 o Clase 3.

(**3**) Otro equipo listado y marcado para identificar la fuente de alimentación de Clase 2 o Clase 3.

Excepción No. 1 para (3): No se exigirá que los termopares estén listados como fuente de alimentación Clase 2.

Excepción No. 2 para (3): Los circuitos de potencia limitada de equipos listados cuando tales circuitos tengan niveles de energía con valor nominal en o por debajo de los límites establecidos en el Capítulo 9, Tablas 11 (A) y 11 (B).

Figura 725.121. Circuitos de Clase 2 y Clase 3.



NOTA. Ejemplos de otros equipos listados son:

(1) Una placa (con un circuito impreso) listada para su uso como fuente de alimentación para circuitos Clase 2 o Clase 3 si forma parte de un conjunto listado.

(2) Una impedancia de limitación de corriente listada para ese propósito o que forma parte de un producto listado, utilizada junto con un transformador de potencia no limitada o una fuente de almacenamiento de energía, como una batería de acumuladores, para limitar la corriente de salida.

(3) Un termopar.

(4) Circuitos secundarios de comunicaciones de impedancia limitada o de corriente/tensión limitada de equipos listados de control industrial.

(**4**) Los circuitos de potencia limitada de los equipos listados de tecnología de información (computadoras).

NOTA. Para determinar los requisitos aplicables para el listado de los equipos de tecnología de la información (computadoras), véase la publicación UL 60950-1-2003, Standard for Safety of Information Technology Equipment. Estos circuitos son normalmente los que se usan para interconectar equipos de tecnología de la información con el propósito de intercambiar información (datos).

(**5**) Una batería de celda seca se debe considerar una fuente de alimentación de Clase 2 intrínsecamente limitada, siempre que su tensión sea de 30 voltios o menos y que su capacidad sea igual o menor que la disponible de celdas No. 6 de zinc y carbón conectadas en serie.

(B) Interconexión de fuentes de alimentación. No se deben conectar en paralelo ni interconectar de ningún otro modo las salidas de las fuentes de alimentación de Clase 2 o Clase 3, a menos que estén listadas para ello.

725.124 Marcado del circuito. El equipo que alimenta a los circuitos debe tener una marca duradera, plenamente visible que indique que cada circuito es de Clase 2 o de Clase 3.

725.127 Métodos de alambrado en el lado de la alimentación de las fuentes de alimentación de Clase 2 o Clase 3. Los conductores y equipos en el lado de la alimentación de las fuentes de alimentación se deben instalar de acuerdo con los requisitos correspondientes de los Capítulos 1 a 4. Los transformadores u otros dispositivos que se alimenten desde circuitos de alumbrado o de fuerza deben estar protegidos por dispositivos contra sobrecorriente de máximo 20 amperios nominales.

Excepción: Se permitirá que los terminales de entrada de un transformador u otra fuente de alimentación que alimenten a un circuito de Clase 2 o Clase 3, sean de calibre menor al 14 AWG pero no menor al 18 AWG, si no tienen más de 305 mm (12 pulgadas) de longitud y tienen un aislamiento que cumpla lo establecido en la sección 725.49 (B).

725.130 Materiales y métodos de alambrado en el lado de la carga de la fuente de alimentación de Clase 2 o Clase 3. Se permitirá que los circuitos de Clase 2 y de Clase 3 en el lado de la carga de la fuente de alimentación se instalen usando métodos de alambrado y materiales, de acuerdo con lo establecido en las secciones 725.130 (A) o (B).

(A) Métodos de alambrado y materiales de Clase 1. La instalación se debe hacer de acuerdo con la sección 725.46.

Excepción No. 1: No se deben aplicar los factores de corrección dados en la sección 310.15 (B) (2) (a).

Excepción No. 2: Se permitirá que los circuitos de Clase 2 y de Clase 3 se reclasifiquen e instalen como circuitos de Clase 1, si se eliminan las marcas exigidas en la sección 725.124 para Clase 2 y Clase 3, y la totalidad del circuito se instala usando los métodos de alambrado y los materiales de acuerdo con la Parte II, Circuitos Clase 1.

NOTA: Los circuitos de Clase 2 y de Clase 3 reclasificados e instalados como circuitos de Clase 1 ya no son circuitos de Clase 2 o de Clase 3, independientemente de la conexión continua a una fuente de alimentación de Clase 2 o de Clase 3.

(B) Métodos de alambrado Clase 2 y Clase 3. Los conductores en el lado de carga de la fuente de alimentación deben estar aislados cumpliendo como mínimo los requisitos de la sección 725.179 y se deben instalar de acuerdo con las secciones 725.133 y 725.154.

Excepción No. 1: Según se especifica en la sección 620.21 para ascensores y equipos similares.

Excepción No. 2: Se permitirá que otros métodos de alambrado y materiales, instalados según los requisitos de la sección 725.3 se prolonguen o reemplacen los conductores y cables descritos en la sección 725.179 y permitidos por la sección 725.130(B).

Excepción No. 3: Se permitirá usar conductores de Clase 2, desnudos como parte de un sistema listado de protección contra intrusión, cuando se instale de acuerdo

con las instrucciones de listado para el sistema.

725.133 Instalación de los conductores y equipos en cables, compartimientos, bandejas portacables, envolventes (*enclosures*), pozos de inspección, cajas de salida, cajas de dispositivos y canalizaciones para circuitos de Clase 2 y Clase 3. Los conductores y equipos para circuitos de Clase 2 y Clase 3 se deben instalar de acuerdo con las secciones 725.136 hasta 725.143.

725.136 Separación entre los conductores de circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

(A) Generalidades. Los cables y conductores de los circuitos de Clase 2 y Clase 3 no deben ubicarse en cables, compartimientos, bandejas portacables, envolventes (*enclosures*), pozos de inspección, cajas de salida, cajas de dispositivos ni canalizaciones o accesorios similares con conductores de circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, y circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, a menos que así lo permitan las secciones 725.136 (B) hasta (I).

(B) Separados por barreras. Se permitirá que los circuitos de Clase 2 y Clase 3 se instalen junto con conductores de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, cuando estén separados por una barrera.

(C) Canalizaciones dentro de envolventes (*enclosures*). Se permitirá instalar los circuitos de Clase 2 y de Clase 3 en envolventes (*enclosure*) pero dentro de una canalización que los separe de los de los circuitos de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda anchas energizadas por una red de potencia media.

(D) Sistemas asociados dentro de los envolventes (*enclosures*). Se permitirá que los conductores de los circuitos de Clase 2 y Clase 3 en compartimientos, gabinetes, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares se instalen con los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media si se introducen únicamente para conectarse a los equipos conectados a los circuitos de Clase 2 y Clase 3, y donde se aplican los numerales (1) o (2).

(1) Los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media se encaminen de modo que mantengan una separación mínima de 6 mm (0.25 pulgadas) de los cables y conductores de los circuitos de Clase 2 y de Clase 3.

(2) Los conductores del circuito que funcionen a 150 voltios o menos a tierra y cumplan además con uno de los siguientes requisitos:

a. Que los circuitos Clase 2 y Clase 3 se instalen usando cables de los tipos CL3, CL3R o CL3P o cables substitutos permitidos, siempre que los conductores del cable del circuito Clase 3 que se prolonguen más allá de la chaqueta estén separados de todos los demás conductores por una distancia mínima de 6 mm (0.25 pulgadas) o por una manga no conductora o una barrera no conductora.

b. Que los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 se instalen como un circuito Clase 1, de acuerdo con la sección 725.41.

(E) Envolventes (*enclosures*) con una sola abertura. Se permitirá instalar los conductores de los circuitos de Clase 2 y Clase 3 que entren en compartimentos, envolventes (*enclosures*), cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares, con los circuitos de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, si se introducen únicamente para conectarse a los equipos conectados a los circuitos de Clase 2 o Clase 3. Cuando los conductores de un circuito de Clase 2 y de Clase 3 deben entrar en un gabinete con una sola abertura, se permitirá que lo hagan a través de un accesorio sencillo (tal como una "T") siempre que los conductores estén separados de los conductores de los demás circuitos por un elemento no conductor, continuo y fijo firmemente, como una tubería flexible.

(F) Pozos de inspección. Se permitirá instalar conductores de circuitos subterráneos de Clase 2 y Clase 3 en un pozo de inspección con circuitos de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda anchas energizadas por una red de potencia media, si se cumple una de las siguientes condiciones:

(1) Los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda anchas energizadas por una red de potencia media, estén dentro de un cable con recubrimiento metálico o un cable del Tipo UF.

(2) Los conductores de los circuitos de Clase 2 y Clase 3 estén permanente y eficazmente separados de los conductores de los otros circuitos mediante una barrera no conductora continua y fija firmemente, tal como una tubería flexible, adicional al aislamiento o recubrimiento del alambre.

(3) Los conductores de los circuitos de Clase 2 y Clase 3 estén permanente y eficazmente separados de los conductores de los otros circuitos y asegurados firmemente a bastidores, aisladores u otros soportes aprobados.

(G) Bandejas portacables. Se permitirá instalar los conductores de los circuitos de Clase 2 y Clase 3 en bandejas portacables, donde los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de Clase 1, y de alarma contra incendios de potencia no limitada estén separados mediante una barrera fija sólida de un material compatible con el de la bandeja portacables, o cuando los circuitos de Clase 2 y Clase 3 estén instalados en un cable del tipo MC.

(H) En los fosos de los ascensores. En los fosos de los ascensores, los conductores de los circuitos de Clase 2 o Clase 3 se deben instalar en conduit metálico rígido, conduit rígido no metálico, conduit metálico intermedio, conduit no metálico flexible hermético a los líquidos o tuberías eléctricas metálicas. Para ascensores o equipos similares, se permitirá que estos conductores se instalen como se indica en la sección 620.21.

(I) Otras aplicaciones. Para otras aplicaciones, los conductores de los circuitos de Clase 2 y Clase 3 deben estar separados como mínimo a 50 mm (2 pulgadas) de los conductores de cualquier circuito de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, a menos que se cumpla una de las siguientes condiciones:

(1) Cuando (a) todos los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de

alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media o (b) todos los conductores de los circuitos de Clase 2 y Clase 3 estén instalados en una canalización o en cables con forro metálico, con blindaje metálico, con forro no metálico o del tipo UF.

(2) Cuando todos los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media estén separados permanentemente de todos los conductores de los circuitos de Clase 2 y Clase 3 por una barrera continua, no conductora y fija firmemente, tal como tubos de porcelana o tubería flexible, adicional al aislamiento de los conductores.

725.139 Instalación de conductores de distintos circuitos en el mismo cable, gabinete o canalización.

(A) Dos o más circuitos de Clase 2. Se permitirá instalar los conductores de dos o más circuitos de Clase 2 en el mismo cable, gabinete o canalización.

(B) Dos o más circuitos de Clase 3. Se permitirá instalar los conductores de dos o más circuitos de Clase 3 en el mismo cable, gabinete o canalización.

(C) Circuitos de Clase 2 con circuitos de Clase 3. Se permitirá instalar los conductores de uno o más circuitos de Clase 2 en el mismo cable, gabinete o canalización con conductores de circuitos de Clase 3, siempre que el aislamiento de los conductores de los circuitos de Clase 2 que haya en el cable, gabinete o canalización sea como mínimo el exigido para los conductores de los circuitos de Clase 3.

(D) Circuitos de Clase 2 y Clase 3 con circuitos de comunicaciones.

(1) Clasificados como circuitos de comunicaciones. Se permitirá instalar los conductores de los circuitos de Clase 2 y Clase 3 en el mismo cable con circuitos de comunicaciones, en cuyo caso los circuitos de Clase 2 y Clase 3 se deben clasificar como circuitos de comunicaciones y se deben instalar de acuerdo con los requisitos del Artículo 800. Los cables deben estar listados como cables de comunicaciones.

(2) Cables combinados. Se permitirá que los cables construidos con conductores individuales listados de Clase 2, Clase 3 y de comunicaciones, instalados dentro de la misma chaqueta estén clasificados como cables de comunicaciones. La clasificación de resistencia nominal al fuego de los cables combinados se debe determinar por su desempeño.

(E) Cables de Clase 2 o Clase 3 con cables de otros circuitos. Se permitirá que en el mismo gabinete, bandeja portacables o canalización haya cables enchaquetados de circuitos de Clase 2 o Clase 3 con cables también enchaquetados de cualquiera de los siguientes circuitos:

(1) Sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada que cumplan lo establecido en el Artículo 760.

(2) Cables de fibra óptica, conductores o no conductores, que cumplan lo establecido en el Artículo 770.

(3) Circuitos de comunicaciones que cumplan lo establecido en el Artículo 800.

(4) Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión que cumplan lo establecido en el Artículo 820.

(5) Cables de comunicaciones de banda ancha alimentados desde una red de baja potencia, de conformidad con el Artículo 830.

(F) Conductores o cables de Clase 2 o Clase 3 y circuitos de sistemas de audio. No se permitirá que los circuitos de sistemas de audio descritos en la sección 640.9(C), e instalados usando métodos de alambrado de Clase 2 o Clase 3, de conformidad con las secciones 725.133 y 725.154, se instalen en el mismo cable o canalización con conductores o cables de Clase 2 o Clase 3.

725.141 Instalación de conductores de circuitos que se prolongan más allá de un edificio. Cuando los conductores de los circuitos de Clase 2 o Clase 3 se prolongan más allá de un edificio y estén tendidos de modo que puedan entrar en contacto accidental con conductores de alumbrado eléctrico o de fuerza que funcionen a más de 300 voltios a tierra, o estén expuestos a las descargas atmosféricas en los circuitos que haya entre los edificios de un mismo inmueble, también se deben aplicar los siguientes requisitos:

(1) Los establecidos en las secciones 800.44, 800.50, 800.53, 800.93, 800.100, 800.170 (A) y 800.170(B), cuando los conductores no sean coaxiales.

(2) Los establecidos en las secciones 820.44, 820.93 y 820.100 para conductores coaxiales.

725.143 Soporte de los conductores. Los conductores de los circuitos de Clase 2 o Clase 3 no deben ajustarse con abrazaderas, cinta o cualquier otro medio al exterior de cualquier conduit u otra canalización como medios de soporte. Se permitirá que estos conductores se instalen según lo permite la sección 300.11 (B) (2).

725.154 Aplicaciones de los cables listados de Clase 2, Clase 3 y PLTC. Los cables de Clase 2, Clase 3 y PLTC deben cumplir cualquiera de los requisitos descritos en las secciones 725.154 (A) hasta (H).

(A) Cámaras de distribución de aire. Los cables instalados en cámaras de distribución de aire, ductos y otros espacios utilizados para aire ambiental deben ser de los tipos CL2P o CL3P. Se permitirán los cables y alambres listados e instalados de acuerdo con lo establecido en la sección 300.22. Se permitirá instalar canalizaciones listadas de señalización de cámaras de distribución de aire en otros espacios usados para aire ambiental, tal como se describe en la sección 300.22(C). En estas canalizaciones únicamente se permitirá instalar cable de los tipos CL2P o CL3P.

(B) Tramo vertical. Los cables instalados en tramos verticales deben ser como se describe en cualquiera de (B) (1), (B) (2) o (B) (3):

(1) Los cables instalados en trayectorias verticales y que atraviesen más de un piso o los instalados en trayectorias verticales en un pozo deben ser de los tipos CL2R o CL3R. Las penetraciones en el piso que requieran cables de los tipos CL2R o CL3R deben tener solamente cables adecuados para uso en tramos verticales o cámaras de distribución de aire. Se permitirá instalar canalizaciones listadas de señalización en tramos verticales y canalizaciones listadas de señalización de cámaras de distribución de aire en trayectorias de tramos verticales en un pozo de un piso a otro. En estas canalizaciones únicamente se permitirá instalar cables de los tipos CL2R, CL3R, CL2P o CL3P.

(2) Otros cables como los tratados en la Tabla 725.154(G) y otros métodos de alambrado listados de acuerdo con el Capítulo 3, deben estar instalados en canalizaciones metálicas o ubicados en un pozo a prueba de incendios con cortafuegos en cada piso.
(3) En viviendas uni y bifamiliares se permitirá usar cables de los Tipos CL2, CL3, CL2X y CL3X. Se permitirá usar canalizaciones listadas de señalización de uso general con cables de los tipos CL2, CL3, CL2X y CL3X.

NOTA: Con respecto a los requisitos de los cortafuegos para penetraciones en el piso, véase la sección 300.21.

(C) Bandejas portacables. Los cables instalados en bandejas portacables en exteriores deben ser del tipo PLTC. Los cables instalados en bandejas portacables, en interiores deben ser de los tipos PLTC, CL3P, CL3R, CL3, CL2P, CL2R y CL2.

Con estas bandejas portacables se permitirá el uso de canalizaciones listadas de señalización de uso general, canalizaciones listadas de señalización en tramos verticales y canalizaciones listadas de señalización de la cámara de distribución de aire.

NOTA. Para los cables permitidos en bandejas portacables, véase la sección 800.154(D).

(D) Lugares (clasificados como) peligrosos. Los cables instalados en lugares (clasificados como) peligrosos deben ser como se describe en las secciones 725.154 (D) (1) hasta (D) (4).

(**1**) Tipo PLTC. Los cables instalados en lugares (clasificados como) peligrosos deben ser del Tipo PLTC. Cuando, según las secciones 501.10 (B), 502.10 (B) y 504.20, se permita utilizar cables del Tipo PLTC, los cables se deben instalar en bandejas portacables, en canalizaciones, soportados por cables mensajeros o soportados adecuadamente de otra forma y protegidos mecánicamente por ángulos, columnas, canales u otros medios mecánicos. Se permitirá que el cable esté enterrado directamente, si está listado para este uso.

(**2**) Circuitos intrínsecamente seguros y alambrado de campo no incendiario. Se permitirá usar alambrado para circuitos no incendiarios, tal como lo permite la sección 501.10 (B) (3), y alambrado para circuitos intrínsecamente seguros, tal como lo permite la sección 504.20, para circuitos derivados de fuentes de Clase 2.

(**3**) Circuitos de termopares. Se permitirá que los conductores de los cables del tipo PLTC utilizados para los circuitos de Clase 2 de los termopares sean de cualquiera de los materiales usados para el alambre de extensión de los termopares.

(**4**) En establecimientos industriales. En los establecimientos industriales donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas estarán a cargo de la instalación, se permitirá usar cable del tipo PLTC, según cualquiera de los numerales (1) o (2):

(1) Se permitirá instalar de manera expuesta el cable del tipo PLTC, con recubrimiento o armadura metálico de acuerdo con la sección 725.179(E). El cable debe estar soportado de manera continua y protegido contra daños físicos, por medio de protección mecánica como por ejemplo columnas, ángulos

o canales dedicados. El cable se debe asegurar a intervalos que no superen los 1.8 m (6 pies).

(2) Se permitirá instalar de manera expuesta el cable del tipo PLTC sin recubrimiento metálico ni armadura, que cumpla con los requisitos de impacto y aplastamiento del cable del tipo MC y esté identificado para ese uso con la marca PLTC-ER. El cable debe estar soportado de manera continua y protegido contra daños físicos, por medio de protección mecánica como por ejemplo columnas, ángulos o canales dedicados. El cable se debe asegurar a intervalos que no superen los 1.8 m (6 pies).

(E) Otro alambrado dentro de edificios. Los cables instalados dentro de edificios en lugares distintos a los tratados en las secciones 725.154(A) hasta (D) deben ser como se describe en cualquiera en (E) (1) hasta (E) (7).

(**1**) Generalidades. Se permitirán cables de los tipos CL2 o CL3.

(**2**) En canalizaciones u otros métodos de alambrado. Se permitirá instalar cables de los tipos CL2X o CL3X en una canalización o de acuerdo con los otros métodos de alambrado de los que trata el Capítulo 3.

(**3**) Espacios no ocultos. Se permitirá instalar cables de los tipos CL2X o CL3X en espacios no ocultos cuando la longitud expuesta del cable no exceda de 3 m (10 pies).

(**4**) Viviendas uni y bifamiliares. En viviendas uni y bifamiliares se permitirá instalar cables de los tipos CL2X y CL3X, ambos de menos de 6 mm (0.25 pulgadas) de diámetro.

(**5**) Viviendas multifamiliares. En espacios no ocultos de viviendas multifamiliares se permitirá instalar cables de los tipos CL2X y CL3X, ambos de menos de 6 mm (0.25 pulgadas) de diámetro.

(**6**) Bajo tapetes. Bajo los tapetes se permitirá instalar cables y alambres de comunicaciones del tipo CMUC.

(**7**) Establecimientos industriales. En establecimientos industriales donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas estarán a cargo de la instalación y cuando el cable no esté sometido a daños físicos, se permitirá que el cable del tipo PLTC, que cumpla con los requisitos de impacto y aplastamiento del cable del tipo MC y esté identificado para ese uso esté expuesto entre la bandeja portacables y el equipo o dispositivo de utilización. El cable debe estar soportado de manera continua y protegido contra daños físicos, por medio de protección mecánica como por ejemplo columnas, ángulos o canales dedicados. El cable se debe soportar y asegurar a intervalos que no superen los 1.8 m (6 pies).

(F) Arreglo de interconexiones. Se deben utilizar conductores o cables de los Tipos CL2 o CL3 para los arreglos de interconexión.

(G) Sustituciones de los cables de Clase 2 y Clase 3. Se permitirán las sustituciones de los cables de Clase 2 y Clase 3 indicados en la Tabla 725.154 (G) e ilustrados en la Figura 725.154 (G). Cuando se instalan cables sustitutos, se deben aplicar los requisitos de alambrado del Artículo 725, Partes I y III.

NOTA. Para más información sobre los cables de los Tipos CMP, CMR, CM y CMX, véase la sección 800.179.

Tabla 725.154 (G). Sustituciones de los cables

Tipo de Cable	Sustituciones permitidas
CL3P	CMP
CL2P	CMP, CL3P
CL3R	CMP, CL3P, CMR
CL2R	CMP, CL3P, CL2P, CMR, CL3R, PLTC
CL3	CMP, CL3P, CMR, CL3R, CMG, CM, PLTC
CL2	CMP, CL3P, CL2P, CMR, CL3R, CL2R, CMG, CM, PLTC, CL3
CL3X	CMP, CL3P, CMR, CL3R, CMG, CM, PLTC, CL3, CMX
CL2X	CMP, CL3P, CL2P, CMR, CL3R, CL2R, CMG, CM, PLTC, CL3, CL2, CMX, CL3X

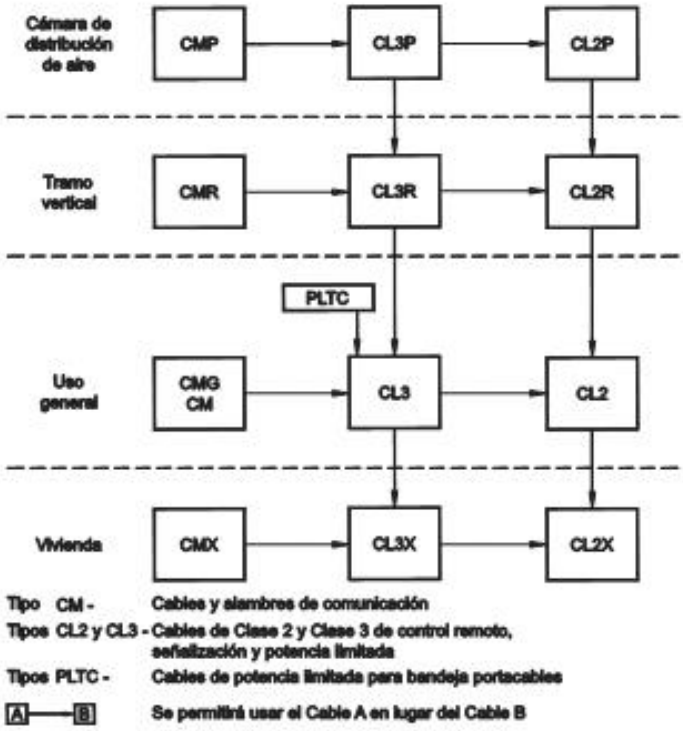


Figura 725.154 (G). Jerarquía de la sustitución de cables

(H) Cable Clase 2, Clase 3, de integridad del circuito (CI) PLTC o sistemas de protección del circuito eléctrico. Se permitirá el uso de cable de integridad del circuito (CI) o un sistema listado de protección del circuito eléctrico en sistemas de potencia limitada, de control remoto o de señalización que alimentan circuitos críticos para garantizar la supervivencia para el funcionamiento continuo del circuito durante un tiempo específico y bajo condiciones de incendio.

IV. Requisitos de listado

725.179 Listado y marcado de los cables de Clase 2, Clase 3 y del Tipo PLTC. Los cables de Clase 2, Clase 3 y del tipo PLTC, y las canalizaciones no metálicas de señalización, instalados como métodos de alambrado dentro de edificios deben estar listados como resistentes a la propagación del fuego y otros criterios según las secciones 725.179(A) hasta (K) y deben estar marcados según la sección 725.179(L).

(A) Tipos CL2P y CL3P. Los cables de los tipos CL2P y CL3P para cámaras de distribución de aire, deben estar listados como adecuados para su uso en cámaras de distribución de aire, ductos y otros espacios de circulación de aire ambiental; además, deben estar listados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y baja producción de humo.

> **NOTA**: Un método para definir la baja producción de humo de un cable consiste en establecer un valor aceptable del humo producido al realizar la prueba definida en la publicación NFPA 262-2007, Standard Method of Test for Flame Travel and Smoke of Wires and Cables for Use in Air-Handling Spaces, a una densidad óptica de pico máximo de 0.5 y una densidad óptica promedio máxima de 0.15. De forma similar, un método para definir la resistencia al fuego de los cables consiste en establecer la distancia permisible máxima de desplazamiento de la llama de 1.52 m (5 pies) al ser probado de acuerdo con la misma prueba.

(B) Tipos CL2R y CL3R. Los cables para trayectorias verticales, tipos CL2R y CL3R deben estar marcados como de los tipos CL2R Y CL3R respectivamente, y deben estar listados como adecuados para su uso en trayectorias verticales dentro de fosos o de piso a piso, además, deben estar listados como poseedores de características de resistencia al fuego para prevenir que no transmitan las llamas de un piso a otro.

> **NOTA**: Un método para determinar si las características de resistencia al fuego pueden prevenir el transporte de la llama de un piso a otro es que los cables pasen los requisitos de la prueba definida en ANSI/UL 1666-2002, Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical-Fiber Cable Installed Vertically in Shafts.

(C) Tipos CL2 y CL3. Los cables de los tipos CL2 y CL3 deben estar marcados como de los tipos CL2 Y CL3 respectivamente, y estar listados como adecuados para uso general, excepto en tramos verticales, cámaras de distribución de aire, ductos y otros espacios utilizados para la circulación del aire ambiental; además, deben estar listados como resistentes a la propagación del fuego.

> **NOTA**: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja en la prueba de bandeja vertical "UL Flame Exposure, Vertical Tray Flame Test" definido en la

publicación UL 1685-2000, Standard for Safety for Vertical-Tray Fire-Propagation and Smoke-Release Test for Electrical and Optical-Fiber Cables. Las mediciones de humo en el método de prueba no son aplicables.

Otro método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1.5 m (4 pies 11 pulgadas) cuando se le somete al ensayo de llama vertical de la CSA "Vertical Flame Test - Cables in Cable Trays", que se describe en la publicación CSA C22.2 No. 0.3-M2001, Test Methods for Electrical Wires and Cables.

(D) Tipos CL2X y CL3X. Los cables de uso limitado de los tipos CL2X y CL3X deben estar marcados como de los tipos CL2X Y CL3X respectivamente, y estar listados como adecuados para uso en viviendas y canalizaciones, y además estar listados como resistentes a la propagación de las llamas.

NOTA. Un método para establecer si un cable es resistente a la propagación de las llamas consiste en someterlo a la prueba de llama para cables verticales VW-1 "(vertical wire) flame test" definido en la publicación ANSI/UL 1581-2001, Reference Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords.

(E) Tipo PLTC. Los cables de potencia limitada con recubrimiento no metálico, para bandejas, tipo PLTC deben estar listados como adecuados para usarlos en bandejas portacables y deben consistir en un ensamble montado en fábrica de dos o más conductores aislados en una chaqueta no metálica. Los conductores aislados deben ser de los calibres 22 AWG hasta 12 AWG. El material de los conductores debe ser cobre (sólido o trenzado) y el aislamiento sobre los conductores debe tener valor nominal de 300 voltios. El núcleo del cable debe ser alguno de los siguientes: (1) dos o más conductores paralelos, (2) uno o más grupos de ensambles de conductores trenzados o en paralelo o (3) una combinación de los anteriores. Se permitirá aplicar sobre el núcleo del cable, sobre grupos de conductores o sobre ambos una pantalla metálica o una pantalla de hoja metalizada con alambre(s) de drenaje. El cable debe estar listado como resistente a la propagación del fuego. La chaqueta exterior debe ser de un material no metálico y resistente a la humedad y a la luz del sol. El cable del tipo PLTC usado en un lugar mojado debe estar listado para su uso en lugares mojados o tener un recubrimiento metálico impermeable a la humedad.

Excepción No. 1: No se exigirá que tenga una chaqueta exterior no metálica cuando se aplique sobre la chaqueta no metálica un recubrimiento metálico liso, un recubrimiento metálico continuo y corrugado o una armadura de cinta entrelazada. En los cables con recubrimiento metálico sin chaqueta exterior no metálica, la información exigida por la sección 310.11 debe estar ubicada sobre la chaqueta no metálica bajo el recubrimiento.

Excepción No. 2: Se permitirá que los conductores en los cables PLTC usados para circuitos de termopares de Clase 2 sean de cualquiera de los materiales que se utilicen para el alambre de extensión de los termopares.

NOTA: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja en la prueba de bandeja vertical "UL Flame Exposure, Vertical Tray Flame Test" definido en la publicación UL 1685-2000, Standard for Safety for Vertical-Tray Fire-Propagation and Smoke-Release Test for Electrical and Optical-Fiber Cables. Las mediciones de humo en el método de prueba no son aplicables.

Otro método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1.5 m (4 pies 11pulgadas) cuando se le somete a la prueba de llama vertical de la CSA "Vertical Flame Test - Cables in Cable Trays", que se describe en la publicación CSA C22.2 No. 0.3-M2001, Test Methods for Electrical Wires and Cables.

(F) Cable de integridad del circuito (CI) o sistemas de protección del circuito eléctrico. Los cables usados para la supervivencia de los circuitos críticos deben estar listados como cables de integridad del circuito (CI). Los cables que se especifican en las secciones 725.154 (A), (B), (D) (1) y (E) y que se usan para la integridad del circuito, deben tener una clasificación adicional utilizando el sufijo "-CI". Se debe considerar que los cables que forman parte de un sistema listado de protección del circuito eléctrico cumplen los requisitos de supervivencia.

NOTA: Un método para definir la integridad del circuito es establecer una clasificación de resistencia nominal al fuego mínima de 2 horas cuando se somete a prueba de acuerdo con la publicación UL 2196-2002, Standard for Tests of Fire Resistive Cables.

(G) Tensión nominal de los cables de Clase 2 y Clase 3. Los cables de Clase 2 deben tener tensión nominal no menor a 150 voltios. Los cables de Clase 3 deben tener una tensión nominal no menor a 300 voltios.

(H) Conductores individuales de Clase 3. Los conductores individuales de Clase 3 usados como otro alambrado dentro de los edificios no deben tener un calibre menor al 18 AWG y deben ser del tipo CL3. Se permitirán los tipos de conductores descritos en la sección 725.49 (B) que también están listados como del tipo CL3.

NOTA: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja en la prueba de bandeja vertical "UL Flame Exposure, Vertical Tray Flame Test" definido en la publicación UL 1685-2000, Standard for Safety for Vertical-Tray Fire-Propagation and Smoke-Release Test for Electrical and Optical-Fiber Cables. Las mediciones de humo en el método de prueba no son aplicables.

Otro método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1.5 m (4 pies 11pulgadas) cuando se le somete a la prueba de llama vertical de la CSA "Vertical Flame Test - Cables in Cable Trays", que se describe en la publicación CSA C22.2 No. 0.3-M2001, Test Methods for Electrical Wires and Cables.

(I) Canalizaciones de señalización de cámaras de distribución de aire. Estas canalizaciones deben estar listadas como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y de baja producción de humo.

(J) Canalizaciones de señalización de tramos verticales. Estas canalizaciones deben estar listadas como poseedoras de características adecuadas de resistencia al fuego, capaces de evitar transportar el fuego de un piso a otro.

NOTA: Un método para definir las características de resistencia al fuego con

capacidad de prevenir transportar el fuego de un piso a otro, es que las canalizaciones pasen los requisitos de la prueba para la propagación de las llamas (en tramos verticales) definido en el documento UL 2024, Standard for Optical Fiber Cable Raceway.

(K) Canalizaciones de señalización de uso general. Estas canalizaciones deben estar listadas como resistentes a la propagación del fuego.

NOTA: Un método para determinar la resistencia a la propagación del fuego es que las canalizaciones aprueben los requisitos de la prueba de llama en bandeja vertical "Vertical-Tray Flame Test (General use)"definido en la publicación UL 2004, Standard for Optical Fiber Cable Raceway.

(L) Marcado. Los cables deben estar marcados de acuerdo con las secciones 310.11 (A) (2), (A) (3), (A) (4) y (A) (5) y la Tabla 725.179. Las tensiones nominales no se deben marcar en los cables.

NOTA: Si se marcara la tensión nominal en los cables se podría malinterpretar como sugiriendo que los cables podrían ser adecuados para aplicaciones de alumbrado eléctrico y de fuerza de Clase 1.

Excepción: Se permitirá que la tensión nominal esté marcada en los cables cuando estén listados para varias aplicaciones y las condiciones de listado de alguna de ellas así lo exija.

Tabla 725.179. Marcado de los cables

Marca del cable	Tipo
CL3P	Cable de Clase 3 para cámaras de distribución de aire
CL2P	Cable de Clase 2 para cámaras de distribución de aire
CL3R	Cable de Clase 3 para tramos verticales
CL2R	Cable de Clase 2 para tramos verticales
PLTC	Cable de potencia limitada para bandejas portacables
CL3	Cable de Clase 3
CL2	Cable de Clase 2
CL3X	Cable de Clase 3 para usos limitados
CL2X	Cable de Clase 2 para usos limitados

NOTA. Los tipos de cables de Clase 2 y Clase 3 están relacionados en orden descendente en cuanto a su valor nominal de resistencia al fuego. Los cables de Clase 3 están relacionados por encima de los de Clase 2, puesto que se pueden utilizar en sustitución de los cables de Clase 2.

ARTÍCULO 727
Cables de instrumentación para bandejas tipo ITC *(instrumentation tray cable)*

727.1 Alcance. Este artículo trata de las especificaciones de uso, instalación y construcción de cable de instrumentación para bandejas, aplicables a los circuitos de instrumentación y control que funcionan a 150 voltios o menos y 5 amperios o menos.

727.2 Definición.

Cable de instrumentación para bandejas tipo ITC. Ensamble montado en fábrica de dos o más conductores aislados, con o sin conductor o conductores de puesta a tierra y encerrado en un recubrimiento no metálico.

727.3 Otros Artículos. Además de las disposiciones de este artículo, la instalación del cable del tipo ITC debe cumplir con los demás artículos aplicables de este Código.

727.4 Usos permitidos. Se permitirá usar cable del tipo ITC en establecimientos industriales donde las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que la instalación es atendida sólo por personas calificadas y en las siguientes condiciones:

(1) En bandejas portacables.

(2) En canalizaciones.

(3) En lugares peligrosos, tal como lo permiten las secciones 501.10, 502.10, 503.10, 504.20, 504.30, 504.80 y 505.15.

(4) Encerrado en un recubrimiento metálico liso, un recubrimiento metálico corrugado continuo o con una armadura de cinta entrelazada sobre el recubrimiento no metálico, de acuerdo con la sección 727.6. El cable se debe sostener y asegurar a intervalos que no superen los 1.8 m (6 pies).

(5) Se permitirá instalar de manera expuesta este cable sin recubrimiento metálico ni blindaje, si cumple con los requisitos de impacto y aplastamiento del cable del tipo MC y está identificado para ese uso con la marca ITCER. El cable debe estar sostenido de manera continua y protegido contra daños físicos, por medio de protección mecánica como por ejemplo columnas, ángulos o canales dedicados. El cable se debe asegurar a intervalos que no superen los 1.8 m (6 pies).

(6) Como cables aéreos con un cable mensajero.

(7) Directamente enterrados cuando estén identificados para ese uso.

(8) Bajo suelos elevados en cuartos que contienen equipos de control de procesos industriales y en cuartos de bastidores donde estén dispuestos de tal forma que se eviten daños a los cables.

(9) Bajo suelos elevados en cuartos que contienen equipos de tecnología de la información, de acuerdo con la sección 645.5 (D) (5) (c).

727.5 Usos no permitidos. No se deben instalar cables del tipo ITC en circuitos que funcionen a más de 150 voltios o más de 5 amperios.

La instalación de cable del Tipo ITC con otros cables debe estar sujeta a las disposiciones establecidas en los artículos específicos para los otros cables. Cuando los artículos reguladores no contengan las disposiciones establecidas para la instalación con cable del tipo ITC, no se permitirá la instalación del cable del tipo ITC con los otros cables.

No se deben instalar cables del tipo ITC con circuitos de fuerza, de alumbrado, de Clase 1 que no sean de potencia limitada, ni con circuitos de potencia no limitada.

> *Excepción No. 1: Cuando terminen dentro de equipos o cajas de empalme y las separaciones se mantengan mediante barreras aislantes u otros medios.*
>
> *Excepción No. 2: Cuando se aplique un recubrimiento o armadura metálicos sobre el recubrimiento no metálico del cable del tipo ITC.*

727.6 Construcción. Los conductores aislados de los cables del Tipo ITC deben tener calibres entre el 22 AWG y el 12 AWG. El material de los conductores debe ser cobre o aleación para termopar. El aislamiento de los conductores debe tener valor nominal de 300 voltios. Se permitirá el blindaje.

Los cables deben estar listados como resistentes a la propagación del fuego. La chaqueta exterior debe ser además resistente a la humedad y a la luz del sol.

Cuando se aplique un recubrimiento metálico liso, un recubrimiento metálico continuo y corrugado o una armadura de cinta trenzada sobre el recubrimiento no metálico, no se exigirá aplicar una chaqueta exterior no metálica.

> **NOTA**: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja en la prueba de bandeja vertical "UL Flame Exposure, Vertical Tray Flame Test" definido en la publicación UL 1685-2000, Standard for Safety for Vertical-Tray Fire-Propagation and Smoke-Release Test for Electrical and Optical-Fiber Cables. Las mediciones de humo en el método de prueba no son aplicables.
> Otro método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1.5 m (4 pies 11 pulgadas) cuando se le somete a la prueba de llama vertical de la CSA "Vertical Flame Test - Cables in Cable Trays", que se describe en la publicación CSA C22.2 No. 0.3-M2001, Test Methods for Electrical Wires and Cables.

727.7 Marcado. Los cables deben estar marcados de acuerdo con las secciones 310.11 (A) (2), (A) (3), (A) (4) y (A) (5). Las tensiones nominales no se deben marcar en los cables.

727.8 Ampacidad permisible. La ampacidad permisible para los conductores debe ser de 5 amperios, excepto para los conductores del 22 AWG la cual debe ser de 3 amperios.

727.9 Protección contra la sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente no debe exceder los 5 amperios para conductores del 20 AWG y mayores, y de 3 amperios para los conductores del 22 AWG.

727.10 Curvas. Las curvas en los cables del Tipo ITC se deben hacer de manera que no se dañe el cable.

ARTÍCULO 760
Sistemas de alarma contra incendios

I. Generalidades

760.1 Alcance. Este artículo trata de la instalación del alambrado y de los equipos de los sistemas de alarma contra incendios, incluidos todos los circuitos controlados y alimentados por el sistema de alarma contra incendios.

> **NOTA** No. 1: Los sistemas de alarma contra incendios incluyen los de detección del fuego y de notificación de la alarma, puestos de guardia, flujo de agua de los rociadores automáticos y sistemas de supervisión de los mismos. Los circuitos controlados y alimentados por el sistema de alarma contra incendios, incluidos los circuitos de control para las funciones de los sistemas de seguridad del edificio, captura de ascensores, parada de ascensores, apertura de puertas, control de las compuertas y puertas corta humos, control de las puertas y compuertas cortafuegos y parada de los ventiladores, pero únicamente cuando estos circuitos estén alimentados y controlados por el sistema de alarma contra incendios. Para más información sobre la instalación y monitoreo de los requisitos de integridad de los sistemas de alarma contra incendios, véase la publicación NFPA 72®-2007, National Fire Alarm Code®.

> **NOTA** No. 2: Los circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 se definen en el Artículo 725.

760.2 Definiciones.

Cable abandonado de alarma contra incendios. Cable instalado de alarma contra incendios que no termina en un equipo, diferente de un conector, y que no está identificado para su uso futuro con una etiqueta.

Cable de integridad (CI) del circuito de alarma contra incendios. Cable empleado en sistemas de alarma contra incendios con el fin de asegurar la continuidad del funcionamiento de los circuitos críticos durante un tiempo especificado bajo condiciones de incendio.

Circuito de alarma contra incendios. Parte del sistema de alambrado entre el lado de carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente o de la alimentación de potencia limitada y el equipo conectado de todos los circuitos alimentados y controlados por el sistema de alarma contra incendios. Los circuitos de la alarma contra incendios se clasifican bien sea como de potencia no limitada o de potencia limitada.

Circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Circuito de alarma contra incendios alimentado por una fuente que cumple lo establecido en las secciones 760.41 y 760.43.

Circuito de alarma contra incendios de potencia limitada. Circuito de alarma contra incendios alimentado por una fuente que cumple lo establecido en la sección 760.121.

760.3 Otros Artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir las disposiciones de las secciones 760.3(A)

hasta (G). Sólo aquellas secciones del Artículo 300 referenciadas en este artículo se deben aplicar a los sistemas de alarma contra incendio.

(A) Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Sección 300.21. Se debe retirar la parte accesible de los cables abandonados de alarma contra incendios.

(B) Cámaras de distribución de aire, ductos y otros espacios de ventilación. Sección 300.22, cuando los sistemas estén instalados en ductos, cámaras de distribución de aire u otros espacios usados para circulación de aire ambiental.

Excepción: Lo permitido en las secciones 760.53 (B) (1) y (B) (2) y 760.154 (A).

(C) Lugares (clasificados como) peligrosos. Cuando estén instalados en lugares (clasificados como) peligrosos, los circuitos de alarma contra incendios deben cumplir los artículos 500 a 516 y 517 Parte IV.

(D) Lugares corrosivos, mojados o húmedos. Cuando estén instalados en lugares corrosivos, mojados o húmedos, los circuitos de alarma contra incendios deben cumplir lo establecido en las secciones 110.11, 300.6 y 310.9.

(E) Circuitos de control del edificio. Cuando los circuitos de control del edificio (como captura de ascensores, parada de los ventiladores) estén asociados con el sistema de alarma contra incendios, deben cumplir lo establecido en el Artículo 725.

(F) Cables de fibra óptica. Cuando se utilicen cables de fibra óptica en los circuitos de alarma contra incendios, se deben instalar cumpliendo lo establecido en el Artículo 770.

(G) Instalación de los conductores con otros sistemas. Las instalaciones deben cumplir lo establecido en la sección 300.8.

760.21 Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos eléctricos no se debe ver impedido por la acumulación de conductores y cables que prevengan quitar los paneles, incluso los de los cielos rasos suspendidos.

760.24 Ejecución mecánica del trabajo. Los circuitos de alarmas contra incendios se deben instalar de manera ordenada y profesional. Los cables y los conductores instalados expuestos en la superficie de cielos rasos y paredes laterales se deben sostener por la estructura del edificio de modo que el cable no se dañe durante el uso normal del edificio. Dichos cables se deben sostener con correas, grapas, ganchos, amarres de cable o accesorios similares diseñados e instalados de modo que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con la sección 300.4 (D).

760.25 Cables abandonados. La parte accesible de los cables abandonados de alarmas contra incendios se debe retirar. Cuando los cables están identificados con una etiqueta para su uso futuro, ésta debe tener la durabilidad suficiente para tolerar el ambiente involucrado.

760.30 Identificación del circuito de alarma contra incendios. Los circuitos de alarma contra incendios deben estar identificados en los lugares de terminación y de empalme de manera que se ayude a prevenir las señales involuntarias en el circuito o circuitos del sistema de alarma contra incendios durante la prueba y servicio de los otros sistemas.

760.32 Circuitos de alarma contra incendios que se prolongan más allá de un edificio. Los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, que se prolongan más allá de un edificio y que estén instalados en exteriores, deben cumplir los requisitos de instalación del Artículo 800, Partes II, III y IV o cumplir con los requisitos de instalación de la Parte I del Artículo 300. Los circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada que se prolonguen más allá de un edificio y que estén instalados en exteriores deben cumplir los requisitos de instalación de la Parte I del Artículo 300 y las secciones aplicables de la Parte I del Artículo 225.

760.35 Requisitos de los circuitos de alarma contra incendios. Los circuitos de alarma contra incendios deben cumplir lo establecido en las secciones 760.35 (A) y (B).

(A) Circuitos de alarma contra incendio de potencia no limitada (NPLFA). Véanse las Partes I y II.

(B) Circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada (PLFA). Véanse las Partes I y III.

II. Circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada (NPLFA)

760.41 Requisitos de la fuente de alimentación del circuito NPLFA.

(A) Fuente de alimentación. La fuente de alimentación de los circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada debe cumplir lo establecido en los Capítulos 1 a 4, y su tensión de salida no debe ser mayor a 600 voltios nominales.

(B) Circuito ramal. Se exigirá un circuito ramal individual para alimentar la fuente de alimentación. Este circuito ramal. Este circuito ramal no debe ser alimentado a través de interruptores del circuito contra fallas a tierra ni interruptores del circuito contra fallas por arco.

> **NOTA**: Véase la sección 210.8 (A) (5), Excepción, con respecto a los receptáculos en sótanos no terminados en unidades de vivienda que alimentan los sistemas de alarma contra incendios.

760.43 Protección contra sobrecorriente del circuito NPLFA. Los conductores del 14 AWG y mayores deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con su ampacidad, sin aplicar los factores de corrección de la sección 310.15 para el cálculo de dicha ampacidad. La protección contra sobrecorriente no debe superar los 7 amperios para los conductores del calibre 18 AWG, ni de 10 amperios para los del 16 AWG.

> *Excepción: Cuando otros artículos de este Código permitan o exijan otra protección contra sobrecorriente.*

760.45 Ubicación del dispositivo de protección contra sobrecorriente de un circuito NPLFA. El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe estar ubicado en el punto donde el conductor que se va a proteger recibe su alimentación.

> *Excepción No. 1: Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente del conductor de mayor calibre protege también al de menor calibre.*
>
> *Excepción No. 2: Conductores del secundario de los transformadores. Se permitirá que los conductores del circuito de alarma contra incendios de potencia*

no limitada, alimentados desde el secundario de un transformador monofásico con un solo secundario bifilar (una sola tensión), estén protegidos por el dispositivo contra sobrecorriente proporcionado en el lado del primario del transformador (lado de alimentación), siempre que esa protección cumpla lo establecido en la sección 450.3 y no se exceda del valor determinado al multiplicar la ampacidad de los conductores del secundario por la relación de la tensión del secundario al primario del transformador. No se deben considerar protegidos por el dispositivo contra sobrecorriente del primario los conductores del secundario de un transformador que no sea bifilar.

Excepción No. 3: Conductores de salida de la fuente electrónica de alimentación. Se permitirán que los conductores del circuito de potencia no limitada alimentados por la salida de una fuente electrónica de alimentación, monofásica listada, diferente de un transformador, y que tenga solo una salida bifilar (una sola tensión) para conectarse a circuitos de potencia no limitada, estén protegidos mediante el dispositivo de protección contra sobrecorriente proporcionado en el lado de entrada de la fuente electrónica de alimentación, siempre que esta protección no exceda el valor determinado al multiplicar la ampacidad del conductor de circuito de potencia no limitada por la relación de la tensión de la salida a la de la entrada. Las salidas de una fuente electrónica de alimentación, diferentes a las bifilares (una sola tensión) conectadas a circuitos de potencia no limitada, no se deben considerar como protegidas por la protección contra sobrecorriente en la entrada de la fuente electrónica de alimentación.

NOTA: Un ejemplo de fuente de alimentación de potencia no limitada que cumple con los requisitos de la sección 760.41 es una fuente electrónica de alimentación, monofásica, listada, cuya salida alimente un circuito bifilar (una sola tensión).

760.46 Alambrado de circuitos NPLFA. La instalación de los circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada debe cumplir con lo establecido en las secciones 110.3 (B), 300.7, 300.11, 300.15, 300.17 y demás artículos aplicables del Capítulo 3.

Excepción No. 1: Lo establecido en las secciones 760.48 hasta 760.53.

Excepción No. 2: Cuando otras secciones de este Código exijan otros métodos.

760.48 Conductores de distintos circuitos en el mismo cable, gabinete o canalización.

(A) Circuitos de Clase 1 con NPLFA. Se permitirá que los circuitos de Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada ocupen el mismo cable, gabinete o canalización, independientemente de si los circuitos individuales son de corriente continua o de corriente alterna, siempre que todos los conductores estén aislados para la tensión máxima de cualquier conductor en el gabinete o canalización.

(B) Circuitos de alarma contra incendios con circuitos de alimentación. Sólo se permitirá que los conductores de los circuitos de alimentación y de alarma contra incendios ocupen el mismo cable, gabinete o canalización cuando estén conectados al mismo equipo.

760.49 Conductores del circuito NPLFA.

(A) Calibres y uso. En los sistemas de alarma contra incendios sólo se permitirá utilizar conductores de cobre. Se permitirá utilizar conductores de los calibres 18 AWG y 16 AWG siempre que las cargas que alimentan no superen las ampacidades de la Tabla 402.5 y estén instalados en una canalización, un gabinete aprobado o un cable listado. Los conductores de calibre mayor al 16 AWG no deben alimentar cargas mayores que la ampacidad dada en la sección 310.15, como sea aplicable.

(B) Aislamiento. El aislamiento de los conductores debe ser adecuado para 600 voltios. Los conductores con calibre mayor al 16 AWG deben cumplir con lo establecido en el Artículo 310. Los conductores de los calibres 16 AWG y 18 AWG deben ser de los tipos KF-2 KFF-2, PAFF, PTFF, PF, PFF, PGF, PGFF, RFH-2, RFHH-2, RFHH-3, SF-2, SFF-2, TF, TFF, TFN, TFFN, ZF o ZFF. Se permitirá utilizar conductores con aislamiento de otro tipo y de otro espesor, siempre que estén listados para su uso en circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada.

NOTA. En cuanto a las disposiciones de aplicación, véase la Tabla 402.3.

(C) Material de los conductores. Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado.

Excepción para (B) y (C): Se permitirá usar alambres de los tipos PAF y PTF sólo para aplicaciones a alta temperatura, entre 90° C (194° F) y 250° C (482° F).

760.51 Número de conductores en canalizaciones y bandejas portacables y factores de corrección.

(A) Circuitos NPLFA y de Clase 1. Cuando en una canalización sólo haya conductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada (NPLFA) y de Clase 1, el número de conductores se debe determinar según la sección 300.17. Si dichos conductores conducen cargas continuas mayores al 10 por ciento de la ampacidad de cada conductor, se deben aplicar los factores de corrección establecidos en la sección 310.15 (B) (2) (a).

(B) Conductores de alimentación y de circuitos de alarma contra incendios. Cuando en una canalización esté permitido instalar conductores de circuitos de alimentación y de alarma contra incendios, según lo establecido en la sección 760.48, el número de conductores se debe determinar de acuerdo con la sección 300.17. Los factores de corrección de la sección 310.15 (B) (2) (a) se deben aplicar como sigue:

(1) A todos los conductores, cuando los del circuito de alarma contra incendios conducen cargas permanentes mayores al 10 por ciento de la ampacidad de cada conductor y cuando el número total de conductores es más de tres.

(2) Sólo a los conductores del circuito de alimentación, cuando los conductores del circuito de alarma contra incendios no conducen cargas permanentes mayores al 10 por ciento de la ampacidad de cada conductor, y cuando el número de conductores de alimentación sea más de tres.

(C) Bandejas portacables. Cuando los conductores del circuito de alarma contra incendios estén instalados en bandejas portacables, deben cumplir con las secciones 392.9 hasta 392.11.

760.53 Cables multiconductores de NPLFA. Se permitirá usar cables multiconductores de

alarma contra incendios de potencia no limitada, que cumplan los requisitos de la sección 760.176 en circuitos de alarma contra incendios que funcionen a 150 voltios o menos y se deben instalar de acuerdo con las secciones 760.53 (A) y (B).

(A) Método de alambrado del NPLFA. Los cables multiconductores de un circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada se deben instalar según las secciones 760.53 (A) (1), (A) (2) y (A) (3).

(**1**) Expuestos o tendidos con sonda en espacios ocultos. En canalizaciones o expuestos en la superficie de los cielos rasos y de las paredes o tendidos con sonda en espacios ocultos. Los empalmes de los cables o terminaciones deben hacerse en accesorios listados, cajas, envolventes (*enclosures*), dispositivos de alarma contra incendios, o equipo de utilización. Cuando estén expuestos, los cables deben estar soportados adecuadamente e instalados de modo que cuenten con la máxima protección contra daños físicos mediante los elementos del edificio, como zócalos, marcos de las puertas, cornisas, etc. Cuando estén instalados máximo a 2.1 m (7 pies) del piso, los cables deben estar asegurados firmemente de una manera aprobada, y a intervalos no mayores a 450 mm (18 pulgadas).

(**2**) A través de pisos o paredes. En canalizaciones metálicas o conduit rígido no metálico, cuando pasen a través de un piso o de una pared hasta una altura de 2.1 m (7 pies) sobre el piso, a menos que estén adecuadamente protegidos por los elementos del edificio como se detalla en la sección 760.53 (A) (1) o a menos que se suministre un medio de resguardo sólido equivalente.

(**3**) En fosos de ascensores. Cuando estén instalados en fosos de ascensores, deben estar en conduit metálico rígido, conduit rígido no metálico, conduit metálico intermedio, conduit no metálico flexible hermético a los líquidos o tubería eléctrica metálica.

Excepción: Lo establecido en la sección 620.21 para ascensores y equipos similares.

(B) Aplicaciones de los cables listados de NPLFA. El uso de los cables de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada debe cumplir lo establecido en las secciones 760.53 (B) (1) hasta (B) (4).

(1) Cámaras de distribución de aire y ductos. Los cables multiconductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada de los tipos NPLFP, NPLFR y NPLF no se deben instalar expuestos en cámaras de distribución de aire o en ductos.

NOTA: Véase la sección 300.22 (B).

(2) Otros espacios usados para aire ambiental. Los cables instalados en otros espacios utilizados para aire ambiental deben ser del tipo NPLFP.

Excepción No. 1: Los cables de los tipos NPLFR y NPLF instalados de acuerdo con la sección 300.22 (C).

Excepción No. 2: Otros métodos de alambrado permitidos por la sección 300.22. (C) y los conductores que cumplan lo establecido en la sección 760.49 (C).

Excepción No. 3: Se permitirá instalar cable del tipo NPLFP-CI para servir como cable con clasificación

nominal de integridad del circuito de 2 horas.

(3) Tramos verticales. Los cables instalados en tramos verticales que atraviesen más de un piso o los instalados en tramos verticales dentro de fosos de ascensores deben ser del tipo NPLFR. Cuando se exija que los cables que pasen a través del piso sean del tipo NPLFR, sólo se deben usar cables adecuados para su uso en secciones verticales o en cámaras de distribución de aire.

Excepción No. 1: Los cables del tipo NPLF u otros cables, especificados en el Capítulo 3, que cumplan lo establecido en la sección 760.49 (C) y estén encerrados en canalizaciones metálicas.

Excepción No. 2: Los cables del Tipo NPLF ubicados en un foso de ascensor a prueba de incendios que tenga cortafuegos en cada piso.

NOTA: Respecto a los requisitos de cortafuegos para penetraciones en el piso, véase la sección 300.21.

Excepción No. 3: Se permitirá instalar cable del tipo NPLFP-CI para servir como cable con clasificación nominal de integridad del circuito de 2 horas.

(4) Otro alambrado dentro de edificios. Los cables instalados en lugares de edificios distintos a los mencionados en las secciones 760.53 (B) (1), (B) (2) y (B) (3) deben ser del tipo NPLF.

Excepción No. 1: Los métodos de alambrado del Capítulo 3 con conductores que cumplan lo establecido en la sección 760.49 (C).

Excepción No. 2: Se permitirá usar cables de los tipos NPLFP o NPLFR.

Excepción No. 3: Se permitirá instalar cable del tipo NPLFR-CI para servir como cable con clasificación nominal de integridad del circuito de 2 horas.

III. Circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada (PLFA)

760.121 Fuentes de alimentación para los circuitos de PLFA.

(A) Fuente de alimentación. La fuente de alimentación para un circuito de alarma contra incendios de potencia limitada debe ser como se especifica en las secciones 760.121 (A) (1), (A) (2) o (A) (3).

NOTA No. 1: En las Tablas 12(A) y 12(B) del Capítulo 9 se dan los requisitos de listado de las fuentes de alimentación de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.

NOTA No. 2: Véase la sección 210.8(A)(5), Excepción, con respecto a los receptáculos en sótanos no terminados en unidades de vivienda que alimentan los sistemas de alarma contra incendios.

(**1**) Un transformador listado para PLFA o de Clase 3.

(**2**) Una fuente de alimentación listada para PLFA o de Clase 3.

(**3**) Equipos listados y marcados de modo que se identifique la fuente de alimentación de PLFA.

> **NOTA**: Otros equipos listados son, por ejemplo, paneles de control de alarma contra incendios con fuente de alimentación incorporada; una placa de circuito (circuito electrónico) listada para usar como fuente de alimentación de circuitos PLFA, si forma parte de un ensamble listado; una impedancia de limitación de corriente listada para ese propósito o como parte de un producto listado, utilizado junto con un transformador de potencia no limitada o una fuente de energía almacenada, como una batería de acumuladores, para limitar la corriente de salida.

(B) Circuito ramal. Se exigirá un circuito ramal individual para alimentar a la fuente de alimentación. Este circuito ramal no debe ser alimentado a través de interruptores del circuito contra fallas a tierra ni interruptores del circuito contra fallas por arco.

760.124 Marcado de circuitos. Los equipos que alimentan los circuitos de PLFA deben estar marcados de modo duradero en lugar claramente visible, indicando cada circuito que sea un circuito de alarma contra incendios de potencia limitada.

> **NOTA**. Cuando se reclasifique un circuito de potencia limitada como de potencia no limitada, véase la sección 760.130 (A), Excepción No. 3.

760.127 Métodos de alambrado en el lado del suministro de la fuente de alimentación de PLFA. Los conductores y equipos del lado del suministro de la fuente de alimentación se deben instalar de acuerdo con los correspondientes requisitos de la Parte II de este artículo y de los Capítulos 1 a 4 de este Código. Los transformadores u otros dispositivos alimentados desde los conductores de alimentación, deben estar protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente a una corriente nominal no mayor a 20 amperios.

> *Excepción: Se permitirá que los terminales de entrada de un transformador o de otra fuente de alimentación que suministre corriente a un circuito de alarma contra incendio de potencia limitada, sean de calibre menor al 14 AWG, pero no menor al 18 AWG, si no tienen más de 300 mm (12 pulgadas) de longitud y tienen un aislamiento que cumpla lo establecido en la sección 760.49 (B).*

760.130 Materiales y métodos de alambrado en el lado de la carga de las fuentes de alimentación de PLFA. Se permitirá instalar los circuitos de alarma contra incendios en el lado de la carga de la fuente de alimentación utilizando los materiales y métodos de alambrado que se especifican en las secciones 760.130 (A), (B) o una combinación de (A) y (B).

(A) Materiales y métodos de alambrado para circuitos de NPLFA. La instalación debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la sección 760.46; además, los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado.

> *Excepción No. 1: No se deben aplicar los factores de corrección establecidos en la sección 310.15 (B) (2) (a).*

> *Excepción No. 2: Se permitirá usar los conductores y los cables multiconductores*

descritos en las secciones 760.49 y 760.53 e instalarlos como se indica allí.

Excepción No. 3: Se permitirá reclasificar los circuitos de potencia limitada e instalarlos como de potencia no limitada si se eliminan las marcas exigidas por la sección 760.124, y todo el circuito se instala utilizando los métodos de alambrado y los materiales de la Parte II, Circuitos de alarma contra incendio de potencia no limitada.

NOTA: Los circuitos de potencia limitada, reclasificados e instalados como circuitos de potencia no limitada, dejan de ser de potencia limitada, sin importar que continúen conectados a una fuente de potencia limitada.

(B) Materiales y métodos de alambrado para circuitos de PLFA. Los conductores y los cables de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada descritos en la sección 760.179 se deben instalar como se indica en las secciones 760.130 (B) (1), (B) (2) o (B) (3) y en 300.7. Los dispositivos deben instalarse de acuerdo con lo establecido en las secciones 110.3 (B), 300.11 (A) y 300.15.

(**1**) Expuestos o tendidos con sonda en espacios ocultos. En canalizaciones o expuestos sobre la superficie de los cielos rasos y paredes o tendidos con sonda en espacios ocultos. Los empalmes o terminaciones de los cables deben hacerse en accesorios listados, cajas, envolventes (*enclosures*), dispositivos de alarma contra incendios, o equipo de utilización. Cuando se instalen expuestos, los cables deben estar soportados adecuadamente e instalados de modo que cuenten con la máxima protección contra daños físicos mediante los elementos del edificio, como zócalos, marcos de las puertas, cornisas, etc. Cuando estén instalados máximo a 2.1 m (7 pies) del piso, los cables deben estar asegurados firmemente y de una manera aprobada, a intervalos no mayores a 450 mm (18 pulgadas).

(**2**) A través de pisos o paredes. En canalizaciones metálicas o conduit rígido no metálico, cuando pasen a través de un piso o pared hasta una altura de 2.1 m (7 pies) sobre el piso, a menos que estén adecuadamente protegidos por los elementos del edificio como se detalla en la sección 760.130 (B) (1) o a menos que se suministre un medio sólido de resguardo equivalente.

(**3**) En fosos de ascensores. Cuando estén instalados en fosos de ascensores, deben estar en conduit metálico rígido, conduit rígido no metálico, conduit metálico intermedio o tubería eléctrica metálica.

Excepción: Lo establecido en la sección 620.21 para ascensores y equipos similares.

760.133 Instalación de conductores y equipos en cables, compartimentos, bandejas portacables, envolventes (*enclosures*), pozos de inspección, cajas de salida, cajas de dispositivos y canalizaciones para circuitos de potencia limitada. Los conductores y equipos para los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada se deben instalar de acuerdo con las secciones 760.136 hasta 760.143.

760.136 Separación de los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de NPLFA y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

(1) Generalidades. Los cables y conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada no deben instalarse en cables, bandejas portacables, compartimentos, envolventes (*enclosures*), pozos de inspección, cajas de salida, cajas de dispositivos, canalizaciones o accesorios similares con conductores de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, o de circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, a menos que sea permitido por las secciones 760.136 (B) hasta (G).

(B) Separados por barreras. Se permitirá que los cables de circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada se instalen junto con circuitos de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, cuando estén separados por una barrera.

(C) Canalizaciones dentro de gabinetes. En los gabinetes se permitirá instalar los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada en una canalización que los separe de los de los circuitos de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

(D) Sistemas asociados dentro de los gabinetes. Se permitirá que los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada en compartimientos, gabinetes, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares se instalen con circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, cuando estos se introducen únicamente para conectarse a los equipos conectados a los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada, y se cumpla cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, se encaminen para mantener una separación de como mínimo 6 mm (0.25 pulgadas) de los cables y conductores de los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada.

(2) Los conductores del circuito operen a 150 voltios o menos a tierra y cumplan además uno de los siguientes requisitos:

a. Que los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada se instalen usando cables de los tipos FPL, FPLR o FPLP o cables substitutos permitidos, siempre que los conductores de los cables de potencia limitada que se prolonguen más allá de la chaqueta estén separados de todos los demás conductores por una distancia mínima de 6 mm (0.25 pulgadas) o por una manga no conductora o una barrera no conductora.

b. Que los conductores de los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada se instalen como circuitos de potencia no limitada, de acuerdo con la sección 760.46.

(E) Envolventes (*enclosures*) con una sola abertura. Se permitirá instalar los conductores de circuitos

de alarmas contra incendios de potencia limitada que entren en compartimentos, gabinetes, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares, con circuitos de alumbrado eléctrico, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, si se introducen únicamente para conectarse a los equipos conectados a circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada o a otros circuitos controlados por el sistema de alarma contra incendios al cual se conectan los otros conductores en el gabinete. Si los conductores de los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada deben entrar en un gabinete con una sola abertura, se permitirá que lo hagan a través de un accesorio individual (tal como una "T") siempre que estén separados de los conductores de los demás circuitos por un elemento no conductor, continuo y fijo firmemente, como una tubería flexible.

(F) En fosos de ascensores. En los fosos de los ascensores, los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada se deben instalar en conduit metálico rígido, conduit rígido no metálico, conduit metálico intermedio, conduit no metálico flexible hermético a los líquidos o tubería eléctrica metálica. Para ascensores o equipos similares, se permitirá que estos conductores se instalen como se indica en la sección 620.21.

(G) Otras aplicaciones. Para otras aplicaciones, los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada deben estar separados como mínimo a 50 mm (2 pulgadas) de los conductores de cualquier circuito de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, a menos que se cumpla una de las siguientes condiciones:

(1) Cuando

(a) todos los conductores de circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media o

(b) todos los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, están instalados en una canalización, cable con recubrimiento metálico, con blindaje metálico, con recubrimiento no metálico o cable del tipo UF.

(2) Cuando todos los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están separados permanentemente de todos los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada por una barrera continua, no conductora y fija firmemente, tal como tubos de porcelana o tubería flexible, adicional al aislamiento de los conductores.

760.139 Instalación de conductores de distintos circuitos de PLFA, Clase 2, Clase 3 y circuitos de comunicaciones en el mismo cable, gabinete, bandeja portacables o canalización.

(A) Dos o más circuitos de PLFA. Se permitirá instalar los conductores y cables de dos o más circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, circuitos de comunicaciones o circuitos de Clase 3 en el mismo cable, gabinete, bandeja portacables o canalización.

(B) Circuitos Clase 2 con circuitos de PLFA. Se permitirá instalar los conductores de uno o más circuitos de Clase 2 en el mismo cable, gabinete, bandeja portacables o canalización con conductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, siempre que el aislamiento de los conductores de los circuitos de Clase 2 que haya en el cable, gabinete o canalización sea por lo menos el exigido por los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.

(C) Cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia y cables de PLFA. Se permitirán en el mismo gabinete, bandeja portacables o canalización, circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia con cables de PLFA.

(D) Circuitos de sistemas de audio y circuitos de PLFA. No se permitirá instalar los circuitos de los sistemas de audio descritos en la sección 640.9(C) e instalados con métodos de alambrado de Clase 2 o Clase 3, de acuerdo con las secciones 725.133 y 725.154, en el mismo cable, bandeja portacables o canalización con los conductores o cables de potencia limitada.

760.142 Calibre del conductor. Se permitirán conductores con calibre del 26 AWG únicamente si están derivados con un conector listado como adecuado para conductores con calibre del 26 AWG hasta 24 AWG o más grandes que terminen en un equipo, o cuando los conductores del 26 AWG terminen en un equipo listado como adecuado para conductores de ese calibre. Los conductores sencillos no deben tener un calibre inferior al 18 AWG.

760.143 Soporte de los conductores. Los conductores del circuito de alarma contra incendios de potencia limitada no deben ajustarse con abrazaderas o cinta ni cualquier otro medio al exterior de cualquier conduit u otra canalización como medio de soporte.

760.145 Detectores de incendios del tipo de línea continua portadora de corriente.

(A) Aplicación. En los circuitos de potencia limitada se permitirá utilizar detectores de incendios listados del tipo de línea continua, incluidos los detectores accionados neumáticamente de tubería de cobre aislada, empleados tanto para la detección como para la transmisión de corrientes de señalización.

(B) Instalación. Los detectores de incendios del tipo de línea continua deben instalarse cumpliendo lo establecido en las secciones 760.124 hasta 760.130 y la sección 760.133.

760.154 Aplicaciones de los cables listados de PLFA. Los cables de PLFA deben cumplir los requisitos descritos en las secciones 760.154(A), (B) o (C) o cuando se hacen sustituciones del cable tal como se indica en la sección 760.154(D).

(A) Cámaras de distribución de aire. Los cables instalados en cámaras de distribución de aire, ductos y otros espacios utilizados para aire ambiental deben ser del tipo FPLP. Se permitirán los cables de los tipos FPLP, FPLR y FPL instalados de modo que cumplan lo establecido en la sección 300.22. Se permitirá instalar cables del tipo FPLP-CI como cable con clasificación nominal para mantener la integridad del circuito durante 2 horas.

(B) Tramos verticales. Los cables instalados en tramos verticales deben estar tal como se describe en los numerales (1), (2) o (3):

(1) Los cables instalados en tramos verticales y que atraviesen más de un piso o los instalados en trayectorias verticales en un foso deben ser del tipo FPLR. Cuando se exija que los cables que pasen a través del piso sean del tipo FPLR, sólo se deben usar cables adecuados para su instalación en tramos verticales o en cámaras de distribución de aire. Se permitirá instalar cables del tipo FPLR-CI para proporcionar un cable con clasificación nominal para mantener la integridad del circuito durante 2 horas.

(2) Otros cables se deben instalar en canalizaciones metálicas o en un foso a prueba de incendios que tenga cortafuegos en cada piso.

(3) En las viviendas uni y bifamiliares se permitirá usar cables del tipo FPL.

NOTA. Respecto a los requisitos de cortafuegos en las penetraciones del piso, véase la sección 300.21.

(C) Otro alambrado dentro de los edificios. Los cables instalados en lugares de edificios distintos a los referidos en las secciones 760.154 (A) o (B) deben ser como se describen en (C) (1), (C) (2), (C) (3) o (C) (4). Se permitirá instalar cable del tipo FPL-CI tal como se describe en (C) (1), (C) (2), (C) (3) o (C) (4) como cable con clasificación nominal para mantener la integridad del circuito durante 2 horas.

(1) Generalidades. Se permitirá cable del tipo FPL.

(2) En canalizaciones. Se permitirá que los cables se instalen en canalizaciones.

(3) Espacios no ocultos. Se permitirá instalar los cables especificados en el Capítulo 3 de este Código y que cumplan los requisitos de las secciones 760.179(A) y (B) en espacios no ocultos, cuando la longitud expuesta del cable no sea mayor a 3 m (10 pies).

(4) Sistemas portátiles de alarma contra incendios. Se permitirá que los sistemas portátiles de alarmas contra incendios que protegen los escenarios o Estudios cuando no están en uso, utilicen métodos de alambrado de acuerdo con la sección 530.12.

(D) Sustituciones del cable de alarma contra incendios. Se permitirán las sustituciones del cable de alarma contra incendios indicadas en la Tabla 760.154 (D) y que se ilustran en la Figura 760.154 (D). Cuando se instalan los cables sustitutos, se deben aplicar los requisitos de alambrado del Artículo 760, Partes I y III.

NOTA. Para más información sobre los cables de comunicaciones (CMP, CMR, CMG y CM), véase la sección 800.179.

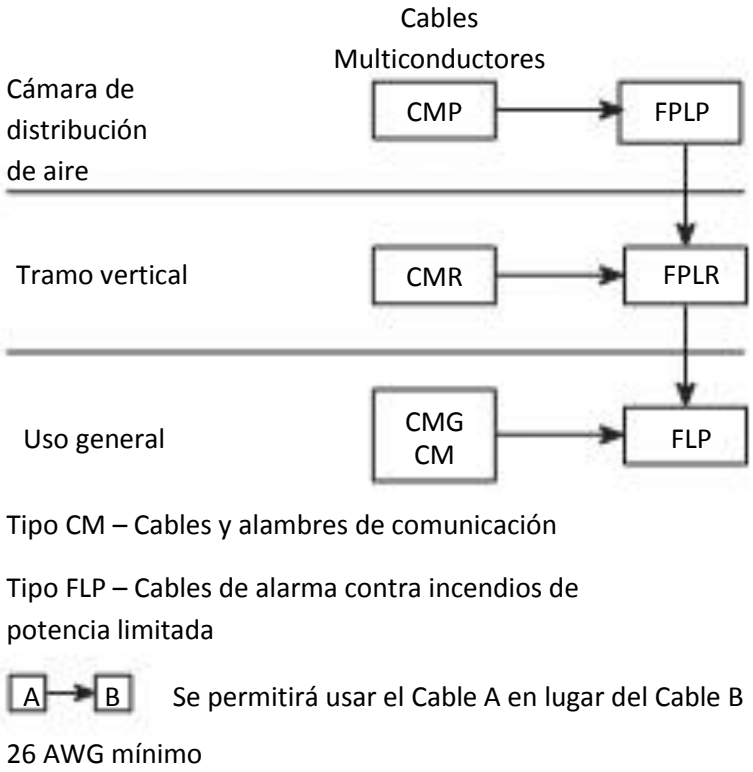


Figura 760.154 (D). Jerarquía de la sustitución de los cables

Tabla 760.154 (D). Sustituciones de los cables

Tipo de cable	Referencia	Sustituciones permitidas
FPLP	760.154(A)	CMP
FPLR	760.154(B)	CMP, FPLP, CMR
FPL	760.154(C)	CMP, FPLP, CMR, FPLR, CMG, CM

IV. Requisitos de listado

760.176 Listado y marcado de los cables de NPLFA. Los cables de alarma contra incendios de potencia no limitada que se instalen como alambrado dentro de los edificios, deben estar listados de acuerdo con las secciones 760.176 (A) y (B), y como resistentes a la propagación del fuego según las secciones 760.176 (C) hasta (F) y estar marcados según la sección 760.176 (G). El cable utilizado en lugares mojados debe estar listado para su uso en lugares mojados o tener un recubrimiento metálico impermeable a la humedad.

(A) Materiales de los conductores de NPLFA. Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado de calibre 18 AWG o mayor.

(B) Conductores aislados. Los conductores aislados deben ser adecuados para 600 voltios. Los conductores aislados de calibre 14 AWG y más grandes deben ser de uno de los tipos indicados en la

Tabla 310.13(A) o de un tipo identificado para este uso. Los conductores aislados de calibres 18 AWG y 16 AWG deben estar de acuerdo con lo especificado en la sección 760.49.

(C) Tipo NPLFP. Los cables de alarma contra incendios de potencia no limitada del tipo NPLFP para uso en otros espacios usados para aire ambiental deben estar listados para su uso en estos lugares, tal como se describe en la sección 300.22(C) y también deben estar listados como poseedores de características para una adecuada resistencia al fuego y una baja producción de humo.

> **NOTA**. Un método para determinar la baja producción de humo de un cable consiste en establecer un valor aceptable del humo producido al someterlo a la prueba de acuerdo con la norma NFPA 262-2007, Standard Method of Test for Flame Travel and Smoke of Wires and Cables for Use in Air-Handling Spaces, a una densidad óptica de pico máximo de 0.5 y una densidad óptica promedio máxima de 0.15. De forma similar, un método para definir la resistencia al fuego de los cables consiste en establecer la distancia máxima permisible del desplazamiento de la llama de 1.52 m (5 pies) al ser probado de acuerdo con la misma prueba.

(D) Tipo NPLFR. Los cables del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada para tramos verticales del tipo NPLFR, deben estar listados como adecuados para ser instalados en una trayectoria vertical, en un foso o de piso a piso y deben también estar listados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y capaces de prevenir el transporte de las llamas de un piso a otro.

> **NOTA**: Un método para determinar si las características de resistencia al fuego pueden evitar el transporte de la llama de un piso a otro es que los cables pasen la prueba definitiva en ANSI/UL 1666-2002, Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical-Fiber Cables Installed Vertically in Shafts.

(E) Tipo NPLF. Los cables del tipo NPLF para alarmas contra incendio de potencia no limitada deben estar listados como adecuados para uso en alarmas contra incendio de uso general, excepto en tramos verticales, cámaras de distribución de aire, ductos y otros espacios utilizados para aire ambiental y además deben estar listados como resistentes a la propagación del fuego.

> **NOTA**: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja en la prueba de bandeja vertical "UL Flame Exposure, Vertical Tray Flame Test" definido en la publicación UL 1685-2000, Standard for Safety for Vertical-Tray Fire-Propagation and Smoke-Release Test for Electrical and Optical-Fiber Cables. Las mediciones de humo en el método de prueba no son aplicables.
>
> Otro método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1.5 m (4 pies 11 pulgadas) cuando se le somete a la prueba de llama vertical de la CSA "Vertical Flame Test - Cables in Cable Trays", que se describe en la publicación CSA C22.2 No. 0.3-M-2001, Test Methods for Electrical Wires and Cables.

(F) Cable de integridad (CI) del circuito de alarma contra incendio o sistema de protección del circuito eléctrico. Los cables usados con el fin de garantizar la supervivencia de circuitos críticos deben estar listados como cable de integridad (CI) del circuito. Los cables especificados en las secciones

760.176 (C), (D) y (E) y que se usen para integridad del circuito deben tener la clasificación adicional que emplea el sufijo "-CI". Se debe considerar que los cables que forman parte de un sistema listado de protección del circuito eléctrico cumplen los requisitos de supervivencia.

NOTA No. 1: El cable de integridad (CI) del circuito de alarma contra incendio y el sistema de protección del circuito eléctrico se pueden usar en circuitos de alarma contra incendios, con el fin de cumplir con los requisitos de supervivencia del National Fire Alarm Code®, NFPA 72®-2007, secciones 6.9.4.3 y 6.9.4.6, de acuerdo con los cuales el circuito mantiene su función eléctrica durante condiciones de incendio por un período definido de tiempo.

NOTA No. 2: Un método para definir el cable de integridad (CI) del circuito es mediante el establecimiento de una clasificación de resistencia al fuego nominal de 2 horas como mínimo, para el cable, al realizar la prueba de acuerdo con la norma UL 2196-1995, Standard for Tests of Fire Resistive Cables.

(G) Marcado de los cables de NPLFA. Los cables multiconductores de alarma contra incendios de potencia no limitada se deben marcar de acuerdo con lo establecido en la Tabla 760.176 (G). Se permitirá que los cables de alarma contra incendios de potencia no limitada estén marcados con la tensión nominal máxima de uso de 150 voltios. Los cables listados para integridad del circuito deben estar identificados con el sufijo "CI", según se define en la sección 760.176 (F).

NOTA. Los tipos de cables están certificados en orden descendente según la clasificación de resistencia nominal contra el fuego.

Tabla 760.176 (G). Marcados de los cables de NPLFA

Marcados del cable	**Tipo**	**Referencias**
NPLFP	Cable del circuito de alarma y contra incendios de potencia no limitada para uso en "otros espacios usados para aire ambiental"	760.176 (C) y (G)
NPLFR	Cable del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada para tramos verticales	760.176 (D) y (G)
NPLF	Cable del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada	760.176 (E) y (G)

Nota: Los cables identificados en 760.176 (C), (D) y (E), y que cumplan con los requisitos para integridad del circuito deben tener la clasificación adicional usando el sufijo "CI" (por ejemplo, NPLFP-CI, NPLFR-CI y NPLF-CI)

760.179 Listado y marcado de los cables de PLFA y de los detectores de incendio del tipo de línea continua aislada. Los cables del tipo FPL instalados como alambrado dentro de edificios deben estar listados como resistentes a la propagación del fuego y otros criterios de acuerdo con las secciones 760.179 (A) hasta (H) y deben estar marcados según la sección 760.179(I). Los detectores de incendio del tipo de línea continua aislada deben estar listados de acuerdo con la sección 760.179 (J). El cable utilizado en lugares mojados debe estar listado para uso en lugares mojados o tener un recubrimiento metálico impermeable a la humedad.

(A) Materiales de los conductores. Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado.

(B) Calibre de los conductores. El calibre de los conductores en un cable multiconductor no debe ser menor al 26 AWG. Los conductores individuales no deben ser de calibre menor al 18 AWG.

(C) Valor nominal. Los cables deben tener una tensión nominal mínima de 300 voltios.

(D) Tipo FPLP. Los cables de alarmas contra incendios de potencia limitada para cámaras de distribución de aire tipo FPLP deben estar listados como adecuados para instalarlos en cámaras de distribución de aire, ductos y otros espacios para aire ambiental, y también deben estar listados como poseedores de características para una adecuada resistencia al fuego y una baja producción de humo.

> **NOTA**. Un método para determinar la baja producción de humo de un cable consiste en establecer un valor aceptable del humo producido al someterlo a la prueba de acuerdo con la norma NFPA 262-2007, Standard Method of Test for Flame Travel and Smoke of Wires and Cables for Use in Air-Handling Spaces, a una densidad óptica de pico máximo de 0.5 y una densidad óptica promedio máxima de 0.15. De forma similar, un método para definir la resistencia al fuego de los cables consiste en establecer la distancia permisible de desplazamiento de la llama de 1.52 m (5 pies) al ser probado de acuerdo con la misma.

(E) Tipo FPLR. Los cables de alarma contra incendios de potencia limitada para tramos verticales tipo FPLR, deben estar listados como adecuados para instalarlos en trayectorias verticales en un foso o de piso a piso, y deben también estar listados como poseedores de características adecuadas de resistencia a los fuegos capaces de prevenir el transporte de las llamas de un piso a otro.

> **NOTA**: Un método para determinar si las características de resistencia al fuego pueden prevenir el transporte de la llama de un piso a otro es que los cables pasen los requisitos de la prueba definida en ANSI/UL 1666-2002, Standard Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical-Fiber Cable Installed Vertically in Shafts.

(F) Tipo FPL. Los cables de alarma contra incendios de potencia limitada tipo FPL deben estar listados como adecuados para uso en alarmas contra incendio de uso general excepto en tramos verticales, cámaras de distribución de aire, ductos y otros espacios utilizados para aire ambiental y además deben estar listados como resistentes a la propagación del fuego.

> **NOTA**: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja en la

prueba de bandeja vertical "UL Flame Exposure, Vertical Tray Flame Test" definido en la publicación UL 1685-2000, Standard for Safety for Vertical-Tray Fire-Propagation and Smoke-Release Test for Electrical and Optical-Fiber Cables. Las mediciones de humo en el método de prueba no son aplicables.
Otro método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1.5 m (4 pies 11 pulgadas) cuando se le somete a la prueba de llama vertical de la CSA "Vertical Flame Test - Cables in Cable Trays", que se describe en la publicación CSA C22.2 No. 0.3-M2001, Test Methods for Electrical Wires and Cables.

(G) Cable de integridad (CI) del circuito de alarma contra incendio o sistema de protección del circuito eléctrico. Los cables usados con el fin de garantizar la supervivencia de circuitos críticos deben estar listados como cable de integridad (CI) del circuito. Los cables especificados en las secciones 760.179 (D), (E), (F) y (H) y que se usen para integridad del circuito deben tener la clasificación adicional usando el sufijo "-CI". Se debe considerar que los cables que forman parte de un sistema listado de protección del circuito eléctrico cumplen los requisitos de supervivencia.

NOTA No. 1: El cable de integridad (CI) del circuito de alarma contra incendio y el sistema de protección del circuito eléctrico se pueden usar en circuitos de alarma contra incendios, con el fin de cumplir con los requisitos de supervivencia del National Fire Alarm Code®, NFPA 72®-2007, secciones 6.9.4.3 y 6.9.4.6, de acuerdo con los cuales el circuito mantiene su función eléctrica durante condiciones de incendio por un período definido de tiempo.

NOTA No. 2: Un método para definir el cable de integridad (CI) del circuito es mediante el establecimiento de una clasificación de resistencia nominal al fuego de 2 horas como mínimo, para el cable, al realizar la prueba de acuerdo con la norma UL 2196-1995, Standard for Tests of Fire Resistive Cables.

(H) Cables coaxiales. Se permitirá que los cables coaxiales empleen un alambre conductor central de acero recubierto de cobre de conductividad del 30 por ciento, y deben estar listados como cables de los tipos FPLP, FPLR o FPL.

(I) Marcado de cables. Los cables se deben marcar de acuerdo con lo establecido en la Tabla 760.179 (I). En los cables no se debe marcar su tensión nominal. Los cables listados para integridad del circuito deben identificarse con el sufijo CI, según se define en la sección 760.179 (G).

NOTA. Si se marcara la tensión en los cables, esta se podría interpretar mal como sugiriendo que pueden ser adecuados para uso en aplicaciones de alumbrado, de fuerza y de Clase 1.

Excepción: Se permitirá que la tensión nominal esté marcada en los cables cuando el cable tenga múltiples listados y el marcado de la tensión se exija por uno o más de los listados.

NOTA. Los Tipos de cables están relacionados en orden descendente en cuanto a su clasificación por resistencia al fuego.

(J) Detectores de incendio del tipo de línea continua aislada. Los detectores de incendio del tipo de línea continua aislada, deben ser clasificados de acuerdo con la sección 760.179(C), listados como resistentes a la propagación del fuego según las secciones 760.179(D) hasta (F), marcados de acuerdo con 760.179(I) y el compuesto de la chaqueta exterior debe tener un alto grado de resistencia a la abrasión.

Tabla 760.179 (I). Marcados de cables

Marcados de cable	Tipo de cable
FPLP	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada para cámaras de distribución de aire
FPLR	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada para tramos verticales
FPL	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada

Nota: Los cables identificados en las secciones 760.179(D), (E) y (F) como cumpliendo con los requisitos para integridad del circuito deben tener la clasificación adicional usando el sufijo "CI" (por ejemplo, FPLP-CI, FPLR-CI y FPL-CI.

ARTÍCULO 770
Cables de fibra óptica y canalizaciones para fibra óptica

I. Generalidades

770.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a la instalación de los cables de fibra óptica y las canalizaciones. Este artículo no abarca la construcción de los cables de fibra óptica ni de las canalizaciones para fibra óptica.

770.2 Definiciones. Véase el Artículo 100. Para los propósitos de este artículo, se aplican las siguientes definiciones.

Cable de fibra óptica *(Optical Fiber Cable)*. Ensamble hecho en fábrica de una o más fibras ópticas que tienen una cubierta externa.

Cable de fibra óptica abandonado *(Abandoned Optical Fiber Cable)*. Cable de fibra óptica instalado que no termina en un equipo, diferente de un conector, y no está identificado para su uso futuro con una etiqueta.

NOTA: Véase el Artículo 100 con respecto a la definición de Equipo.

Cable de fibra óptica compuesto. Estos cables contienen fibra óptica y conductores eléctricos portadores de corriente.

Cable de fibra óptica conductor. Estos cables de fibra óptica contienen elementos conductores no portadores de corriente, como por ejemplo elementos metálicos de resistencia mecánica, barreras metálicas para el vapor y armadura o recubrimiento metálico.

Cable de fibra óptica no conductor. Estos cables de fibra óptica no contienen elementos metálicos ni otros materiales eléctricamente conductores.

Canalización para fibra óptica. Canalización para encerrar y encaminar los cables de fibra óptica.

NOTA: Véase el Artículo 100 con respecto a la definición de Canalización.

Expuesto (a contacto accidental). Cable de fibra óptica conductor que se encuentra en una posición tal que, en caso de falla de los soportes o del aislamiento, se puede producir contacto entre los elementos conductores no portadores de corriente del cable y un circuito eléctrico.

NOTA: Véase el Artículo 100 con respecto a dos definiciones diferentes de Expuesto.

Punto de entrada *(Point of Entrance)*. Punto dentro de un edificio en el cual el cable emerge de una pared externa, de una placa de concreto en el piso, o de un conduit metálico rígido (tipo RMC) o un conduit metálico intermedio (tipo IMC) conectado mediante un conductor de puesta a tierra a un electrodo, de acuerdo con la sección 770.100 (B).
Recubrimiento del cable *(Cable Sheath)*. Cubierta sobre el ensamble de fibra óptica que incluye una o más chaquetas y puede incluir uno o más elementos metálicos o elementos de resistencia mecánica.

770.3 Otros Artículos. Los circuitos y el equipo, deben cumplir lo establecido en las secciones 770.3 (A) y (B). Sólo aquellas secciones del Capítulo 2 y del Artículo 300 referenciadas en este artículo se deben aplicar a los cables de fibra óptica y a las canalizaciones para fibra óptica.

(A) Cables compuestos. Los cables de fibra óptica compuestos se deben clasificar como cables eléctricos de acuerdo con el tipo de conductores eléctricos que contengan. Deben estar construidos, listados y marcados de acuerdo con el artículo correspondiente para cada tipo de cable eléctrico.

(B) Cámaras de distribución de aire, ductos y otros espacios de ventilación. Los requisitos de la sección 300.22 para el alambrado eléctrico también se deben aplicar a las instalaciones de cables de fibra óptica y canalizaciones para fibra óptica, cuando se instalan en cámaras de distribución de aire, ductos u otros espacios utilizados para aire ambiental.

Excepción: Lo que permite la sección 770.154 (A).

770.6 Cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica transmiten luz a través de dicha fibra para control, señalización y comunicaciones.

770.12 Ductos internos para cables de fibra óptica. Se permitirá instalar canalización para fibra óptica listada para cámaras de distribución de aire, canalización para fibra óptica listada para tramos verticales o canalización para fibra óptica listada para uso general, seleccionadas de acuerdo con las disposiciones de la sección 770.154, como ductos internos en cualquier tipo de canalización listada permitida en el Capítulo 3.

770.21 Acceso a equipos eléctricos detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos eléctricos no se debe ver impedido por la acumulación de cables de fibra óptica que prevengan quitar los paneles, incluso los de los cielos rasos suspendidos.

770.24 Ejecución mecánica de los trabajos. Los cables de fibra óptica se deben instalar de manera ordenada y profesional. Los cables instalados expuestos en la superficie de cielos rasos y paredes laterales se deben estar soportados por la estructura del edificio de modo que el cable no se dañe durante el uso normal del edificio. Dichos cables se deben asegurar usando herrajes de fijación incluyendo correas, grapas, ganchos, amarres para cable o accesorios similares diseñados e instalados de modo que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con las secciones 300.4 (D) y 300.11.

NOTA: Las prácticas industriales aceptadas se describen en las publicaciones ANSI/NECA/BICSI 568-2001, Standard for Installing Comercial Building Telecommunications Cabling, ANSI/NECA/FOA 301-2004, Standard for Installing and Testing Fiber Optic Cables, y otras normas de instalación aprobadas por ANSI.

770.25 Cables abandonados. Se debe retirar la parte accesible de los cables de fibra óptica abandonados. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, dicha etiqueta debe tener durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

770.26 Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las instalaciones de los cables de fibra óptica y de las canalizaciones para fibra óptica en espacios huecos, fosos verticales

y ductos de ventilación y circulación de aire se deben hacer de manera tal que no se incremente significativamente la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas alrededor de las penetraciones de los cables de fibra óptica y de las canalizaciones para fibra óptica a través de paredes, divisiones, pisos o cielos rasos con resistencia nominal al fuego deben tener cortafuegos que utilicen métodos aprobados para mantener la clasificación de resistencia nominal al fuego.

> **NOTA**: Los directorios de materiales eléctricos para la construcción publicados por los laboratorios de prueba calificados contienen muchas restricciones de listado de la instalación, necesarias para mantener la clasificación de resistencia nominal al fuego de los ensambles cuando se hacen penetraciones o aberturas. Los códigos de construcción también contienen restricciones sobre las penetraciones de las membranas en los lados opuestos de un ensamble para pared con clasificación de resistencia nominal al fuego. Un ejemplo es la separación horizontal mínima de 600 mm (24 pulgadas) que generalmente se aplica entre las cajas instaladas en los lados opuestos de la pared. En los códigos de edificio, directorios de resistencia contra el fuego y listados de producto se pueden encontrar ayudas para cumplir con lo especificado en la sección 770.26.

II. Cables en el exterior y entrando a los edificios.

770.48 Cables y canalizaciones no listados entrando a los edificios.

(A) Cables conductores y no conductores. Se permitirá instalar cables de fibra óptica no listados conductores y no conductores en el exterior de la fábrica en lugares como los descritos en la sección 770.154 (C), cuando la longitud del cable dentro del edificio, medida desde su punto de entrada, no supere los 15 m (50 pies) y el cable entre en el edificio desde el exterior y termine en un gabinete.

> **NOTA** No. 1: Por lo general se utilizan cajas de empalme o de terminación, tanto metálicas como de plástico, como envolventes (*enclosures*) para empalme o terminación de los cables de fibra óptica.
>
> **NOTA** No. 2: Véase la sección 770.2 con respecto a la definición de punto de entrada.

(B) Cables no conductores. Se permitirá que los cables de fibra óptica no listados y no conductores, en el exterior de la fábrica entren en el edificio desde el exterior y estén tendidos en sistemas de canalizaciones instalados de acuerdo con cualquiera de los siguientes artículos del capítulo 3: Artículo 342, Conduit Metálico Intermedio: Tipo IMC; Artículo 344, Conduit Metálico Rígido: Tipo RMC; Artículo 352, Conduit Rígido De Cloruro De Polivinilo: Tipo PVC; y Artículo 358, Tubería Eléctrica Metálica: Tipo EMT.

III. Protección

770.93 Puesta a tierra o interrupción de los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica que entran al edificio o terminan

en el exterior de éste, deben cumplir con lo dispuesto en la sección 770.93 (A) o (B).

(A) Que entran al edificio. En las instalaciones donde un cable de fibra óptica esté expuesto al contacto con conductores de circuitos de alumbrado o de fuerza, y el cable entre al edificio, los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica deben estar puestos a tierra tal como se especifica en la sección 770.100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se deben hacer lo más cerca posible al punto de entrada.

(B) Terminación en el exterior de los edificios. En las instalaciones donde el cable de fibra óptica está expuesto al contacto con los conductores de fuerza o de alumbrado eléctrico y el cable termina en el exterior del edificio, los elementos metálicos no portadores de corriente deben estar puestos a tierra tal como se especifica en la sección 770.100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se debe hacer lo más cerca posible al punto de terminación del cable.

IV. Métodos de puesta a tierra.

770.100 Puesta a tierra del cable de entrada. Cuando estén puestos a tierra, los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica que entran en los edificios deben estar puestos a tierra tal como se especifica en las secciones 770.100 (A) hasta (D).

(A) Conductor de puesta a tierra.

(**1**) Aislamiento. El conductor de puesta a tierra debe estar aislado y listado.

(**2**) Material. El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre o de otro material conductor resistente a la corrosión, trenzado o sólido.

(**3**) Calibre. El calibre del conductor de puesta a tierra no debe ser inferior al 14 AWG. Debe tener una capacidad de conducción de corriente aproximadamente igual o superior a la del elemento o elementos metálicos. No se exigirá que el conductor de puesta a tierra sea de un calibre superior al 6 AWG.

(**4**) Tendido en línea recta. El conductor de puesta a tierra se debe tender hasta el electrodo de puesta a tierra en una línea lo más recta que sea posible.

(**5**) Daños físicos. Cuando sea necesario, el conductor de puesta a tierra debe estar protegido contra daños físicos. Cuando el conductor de puesta a tierra esté tendido en una canalización metálica, ambos extremos de la canalización deben estar unidos al conductor de puesta a tierra o al mismo terminal o electrodo al cual se conecta el conductor de puesta a tierra.

(B) Electrodo. El conductor de puesta a tierra se debe conectar de acuerdo con las secciones 770.100 (B) (1), (B) (2) o (B) (3).

(**1**) En edificios o estructuras con terminación de unión intersistemas. Si el edificio o estructura alimentada tiene una terminación de unión intersistemas, el conductor de puesta a tierra debe estar conectado a dicha terminación.

(**2**) En edificios o estructuras con medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene terminación de unión intersistemas, el conductor de puesta a tierra se debe conectar al lugar accesible más cercano a los siguientes elementos:

(1) Al sistema del electrodo de puesta a tierra del edificio o estructura, tal como se indica en la sección 250.50.

(2) Al sistema de tubería metálica interior de agua, puesta a tierra, a una distancia máxima de 1.5 m (5 pies) desde su punto de entrada al edificio, tal como se indica en la sección 250.52.

(3) Al medio accesible de la acometida de fuerza externa a los envolventes (*enclosures*), tal como se indica la sección 250.94.

(4) La canalización metálica de la acometida de fuerza.

(5) Al gabinete del equipo de acometida.

(6) Al conductor del electrodo de puesta a tierra o al gabinete metálico del conductor del electrodo de puesta a tierra.

(7) Al conductor de puesta a tierra o al electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura, que este puesto a tierra a un electrodo, tal como se indica en la sección 250.32.

(**3**) En edificios o estructuras sin terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminación de unión intersistemas ni un medio de puesta a tierra, tal como se describe en la sección 770.100 (B) (2), el conductor de puesta a tierra se debe conectar a cualquiera de los siguientes elementos:

(1) A cualquiera de los electrodos individuales descritos en las secciones 250.52 (A) (1), (A) (2), (A) (3) o (A) (4).

(2) Si el edificio o estructura alimentada no tiene un medio de puesta a tierra, como se describe en las secciones 770.100(B)(2) o (B)(3)(1), a una estructura metálica puesta a tierra de manera eficaz, o a un tubo o barra de puesta a tierra cuya longitud no sea inferior a 1.5 m (5 pies) y 12.7 mm (1/2 pulgada) de diámetro, enterrado, cuando sea factible, dentro de tierra permanentemente mojada y separado de los conductores del sistema de protección contra descargas atmosféricas según se indica en la sección 800.53 y por lo menos a 1.8 m (6 pies) de los electrodos de otros sistemas. Las tuberías de agua caliente o de vapor y los conductores aéreos terminales (conductores de la barra del pararrayos), no se deben utilizar como electrodos para los protectores.

(C) Conexión al electrodo. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir lo establecido en la sección 250.70.

(D) Unión de los electrodos. Se debe conectar un puente de unión de cobre, con calibre no inferior al 6 AWG o equivalente entre el electrodo de puesta a tierra y el sistema del electrodo de puesta a tierra en el edificio o estructura alimentada cuando se utilizan electrodos separados.

Excepción: En casas móviles, tal como se indica la sección 770.106.

NOTA No. 1: Véase la sección 250.60 con respecto al uso de los terminales aéreos (barra del pararrayos).

NOTA No 2: La unión de todos los electrodos separados limita las diferencias de potencial entre ellos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

770.101 Puesta a tierra. Los elementos conductores no portadores de corriente de los cables de fibra óptica deben estar puestos a tierra de acuerdo con los métodos de puesta a tierra que se especifican en la sección 770.100.

770.106 Puesta a tierra de los cables de entrada a casas móviles. Cuando están puestos a tierra según lo exige la sección 770.100 en una casa móvil, los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica que entran en los edificios deben estar puestos a tierra tal como se especifican las secciones 770.106 (A) y (B).

(A) Puesta a tierra. Cuando no hay equipo de acometida de la casa móvil ubicado a una distancia máxima de 9.0 m (30 pies) desde la pared exterior de la casa móvil a la que alimenta, o cuando no hay un medio de desconexión de la casa móvil puesto a tierra según la sección 250.32 y ubicado a una distancia máxima de 9.0 m (30 pies) desde la pared exterior de la casa móvil a la que alimenta, la tierra para los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica que entran en los edificios debe estar de acuerdo con la sección 770.100 (B) (3).

(B) Unión. El terminal de puesta a tierra del protector primario o el electrodo de puesta a tierra deben estar unidos al bastidor metálico o al terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil con un conductor de cobre de puesta a tierra cuyo calibre no sea inferior al 12 AWG bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Cuando no hay equipo de acometida ni medios de desconexión para la casa móvil, tal como se indica en la sección 770.106 (A).

(2) Cuando la casa móvil es alimentada con cordón y clavija.

V. Métodos de instalación dentro de los edificios

770.110 Canalizaciones para cables de fibra óptica. Cuando los cables de fibra óptica se instalan en una canalización, esta debe ser de uno de los tipos permitidos en el Capítulo 3 y se debe instalar de acuerdo con el Capítulo 3 o como canalización listada para fibra óptica para cámaras de distribución de aire, canalización listada para fibra óptica para tramos verticales o canalización listada para fibra óptica para uso general, seleccionadas de acuerdo con las disposiciones de la sección 770.154, y se deben instalar de acuerdo con las secciones 362.24 hasta 362.56, cuando se aplican los requisitos correspondientes a la tubería eléctrica no metálica. Cuando los cables de fibra óptica se instalan en una canalización sin conductores portadores de corriente, no se deben aplicar los valores de ocupación de la canalización de las tablas de los Capítulos 3 y 9. Cuando los cables de fibra óptica no conductores se instalan con conductores eléctricos en una canalización, se deben aplicar las tablas de ocupación de los capítulos 3 y 9.

770.113 Instalación de los cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica instalados en los edificios deben estar listados.

Excepción: No se exigirá que los cables de fibra óptica que cumplan con lo indicado en la sección 770.48 estén listados.

770.133 Instalación de fibras ópticas y conductores eléctricos

(A) Con conductores para circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media. Cuando los cables de fibra óptica están dentro del mismo cable compuesto para circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media que funciona a 600 voltios o menos, se permitirá que estén instalados únicamente cuando las funciones de la fibra óptica y de los conductores eléctricos estén asociadas.

Se permitirá que los cables de fibra óptica no conductores ocupen la misma canalización o bandeja portacables con conductores para circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, del tipo ITC o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media que funciona a 600 voltios o menos. No se permitirá que los cables de fibra óptica conductores ocupen la misma canalización o bandeja portacables con conductores para circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, del tipo ITC o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Se permitirá que las fibras ópticas en cables de fibra óptica compuestos que tengan únicamente conductores portadores de corriente para circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1 con valor nominal para 600 voltios o menos ocupen el mismo gabinete, bandeja portacables, caja de salida, panel, canalización u otro gabinete de terminación junto con conductores para circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1 que funcionen a 600 voltios o menos.

No se permitirá que los cables de fibra óptica no conductores ocupen el mismo gabinete, caja de salida, panel, o gabinete similar que aloje a las terminaciones eléctricas de un circuito de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción No. 1: Se permitirá la ocupación del mismo gabinete, caja de salida, panel o gabinete similar cuando los cables de fibra óptica no conductores estén asociados funcionalmente con el circuito de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción No. 2: Se permitirá la ocupación del mismo gabinete, caja de salida, panel o gabinete similar cuando los cables de fibra óptica no conductores se instalan en centros de control instalados en campo o en fábrica.

Excepción No. 3: Únicamente en establecimientos industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación será atendida únicamente por personas calificadas, se permitirá que los cables de fibra óptica no conductores estén con circuitos que superen los 600 voltios.

Excepción No. 4: Únicamente en establecimientos industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación será atendida únicamente por personas calificadas, se permitirá la instalación de fibras ópticas en cables de fibra óptica compuestos que tengan conductores portadores de corriente que funcionen a más de 600 voltios.

Excepción No. 5: Si todos los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están separados de todos los cables de fibra óptica por una barrera permanente o un divisor listado.

(B) Con otros conductores. Las fibras ópticas se permitirán en el mismo cable, y los cables de fibra óptica conductores y no conductores se permitirán en la misma bandeja portacables, gabinete o canalización con cualquiera de los conductores siguientes:

(**1**) Circuitos de Clase 2 y Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada, de conformidad con el Artículo 725.

(**2**) Sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada, de conformidad con el Artículo 760.

(**3**) Circuitos de comunicaciones, de conformidad con el artículo 800.

(**4**) Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión, de conformidad con el artículo 820.

(**5**) Circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia, de conformidad con el Artículo 830.

(C) Soporte de los cables. Las canalizaciones se deben utilizar para su uso proyectado. Los cables de fibra óptica no deben sujetarse con correas o con cinta ni con cualquier otro medio de sujeción al exterior de cualquier conduit u otra canalización como medio de soporte.

Excepción: Se permitirá que los tramos aéreos de los cables de fibra óptica estén unidos al exterior de un mástil del tipo canalización proyectado para la sujeción y el soporte de dichos cables.

770.154 Aplicaciones de los cables de fibra óptica y canalizaciones listados. Los cables de fibra óptica conductores y no conductores deben cumplir con cualquiera de los requisitos indicados en las secciones 770.154 (A) hasta (D) y 770.154 (F), o cuando se hacen sustituciones de cable, tal como se ilustra en la sección 770.154(E).

(A) Cámaras de distribución de aire. Los cables instalados en ductos, cámaras de distribución de aire y otros espacios utilizados para aire ambiental deben ser de los tipos OFNP u OFCP. No se permitirá la permanencia de los cables abandonados. Se permitirán cables de los tipos OFNR, OFCR, OFNG, OFN, OFCG y OFC instalados de conformidad con la sección 300.22. Se permitirá que las canalizaciones listadas para fibra óptica para cámaras de distribución de aire estén instaladas en conductos y cámaras de distribución de aire tal como se describe en la sección 300.22 (B) y en otros espacios utilizados para aire ambiental como se describe en la sección 300.22 (C). En estas canalizaciones se permitirán cables únicamente de los tipos OFNP y OFCP.

(B) Tramos verticales. Los cables instalados en tramos verticales deben ser aquellos que se describe en cualquiera de (B) (1), (B) (2) o (B) (3).

(**1**) Cables en tramos verticales. Los cables instalados en tramos verticales y que penetran más de un piso, o los cables instalados en tramos verticales en un foso, deben ser de los tipos OFNR u OFCR. Las penetraciones de los pisos en las que se exija cables de los tipos OFNR u OFCR deben contener únicamente cables adecuados para uso en tramos verticales o en cámaras de distribución de aire. También se permitirá instalar canalizaciones listadas para fibra óptica para tramos verticales y canalizaciones listadas para fibra óptica para cámaras de distribución de aire en tramos de secciones verticales en un foso de un piso a otro. En estas canalizaciones únicamente se permitirá instalar cables de los tipos OFNP, OFCP, OFNR y OFCR.

(**2**) Canalizaciones metálicas o fosos a prueba de fuego. Se permitirá que los cables de los tipos OFNG, OFN, OFCG y OFC estén encerrados en una canalización metálica o en un foso a prueba de fuego que tenga cortafuegos en cada piso.

(**3**) Viviendas unifamiliares y bifamiliares. Se permitirán cables de los tipos OFNG, OFN, OFCG y OFC en las viviendas unifamiliares y bifamiliares.

NOTA: Véase la sección 300.21 con respecto a los requisitos de los cortafuegos para penetraciones a través de los pisos.

(C) Otro cableado dentro de los edificios. Los cables instalados en edificios, en lugares diferentes a los tratados en las secciones 770.154 (A) y (B) deben ser de los tipos OFNG, OFN, OFCG u OFC. Se permitirá que estos cables se instalen en canalizaciones listadas para fibra óptica para uso general, canalizaciones listadas para fibra óptica para cámaras de distribución de aire y canalizaciones listadas para fibra óptica para tramos verticales.

(D) Bandejas portacables. Se permitirá instalar en bandejas portacables, los cables de fibra óptica de los tipos indicados en la Tabla 770.179.

> **NOTA**: No se pretende exigir que estos cables de fibra óptica estén listados específicamente para su uso en bandejas portacables.

(E) Sustituciones de cable. Se permitirán las sustituciones de cables de fibra óptica enumeradas en la Tabla 770.154 (E) e ilustradas en la Figura 770.154 (E).

(F) Lugares (clasificados como) peligrosos. Los cables instalados en lugares (clasificados como) peligrosos deben ser cualquiera de los tipos indicados en la Tabla 770.154 (E). Los cables deben estar sellados de acuerdo con los requisitos de las secciones 501.15, 502.15, 505.16 o 506.16, según sea aplicable.

VI. Requisitos de listado

770.179 Cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica deben estar listados de acuerdo con las secciones 770.179 (A) hasta (D) y se deben marcar de acuerdo con la Tabla 770.179.

(A) Tipos OFNP y OFCP. Los cables de fibra óptica no conductores y conductores para cámaras de distribución de aire, de tipos OFNP y OFCP deben estar listados como adecuados para su uso en cámaras de distribución de aire, ductos y otros espacios usados para aire ambiental y, además, deben estar listados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y baja producción de humo.

> **NOTA**. Un método para determinar si el cable tiene baja producción de humo y es resistente al fuego consiste en que el cable muestre una densidad óptica de pico máximo de 0.5 o menos, una densidad óptica promedio de 0.15 o menos y una distancia máxima de propagación de la llama de 1.52 m (5 pies) o menos cuando se somete a prueba según la publicación NFPA 262-2007, Standard Method of Test for Flame Travel and Smoke of Wires and Cables for Use in Air-Handling Spaces.

Tabla 770.154 (E). Sustituciones de cables

Tipo de cable	Sustituciones permitidas
OFNP	Ninguna
OFCP	OFNP
OFNR	OFNP
OFCR	OFNP, OFCP, OFNR
OFNG, OFN	OFNP, OFNR
OFCG, OFC	OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFN

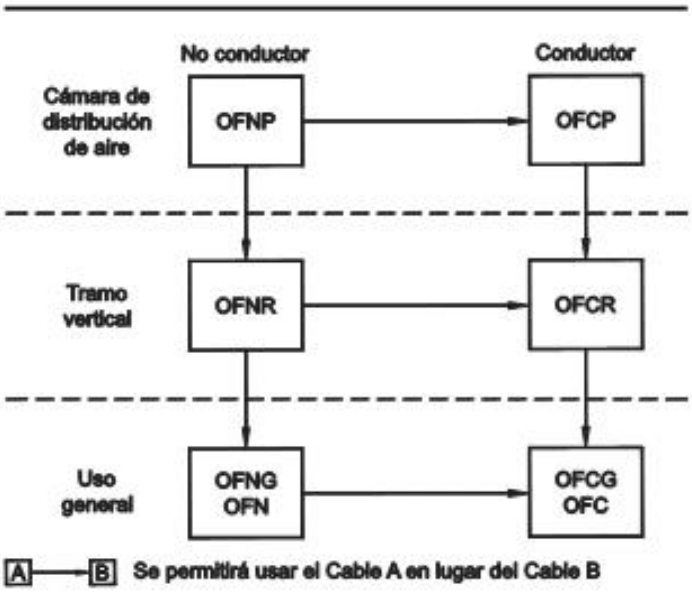


Figura 770.154 (E). Jerarquía de la sustitución de cables

Tabla 770.179. Marcado de los cables

Marca del cable	Tipo de cable	Referencias
OFNP	Cable de fibra óptica no conductor para cámaras de distribución de aire	770.179 (A) y 770.154 (A)
OFCP	Cable de fibra óptica conductor para cámaras de distribución de aire	770.179 (A) y 770.154 (A)
OFNR	Cable de fibra óptica no conductor para tramos verticales	770.179 (B) y 770.154 (B)
OFCR	Cable de fibra óptica conductor para tramos verticales	770.179 (B) y 770.154 (B)
OFNG	Cable de fibra óptica no conductor de uso general	770.179 (C) y 770.154 (C)
OFCG	Cable de fibra óptica conductor de uso general	770.179 (C) y 770.154 (C)
OFN	Cable de fibra óptica no conductor de uso general	770.179 (D) y 770.154 (C)
OFC	Cable de fibra óptica conductor de uso general	770.179 (D) y 770.154 (C)

(B) Tipos OFNR y OFCR. Los cables de fibra óptica no conductores y conductores para tramos verticales, de los tipos OFNR y OFCR, deben estar listados como adecuados para su uso en trayectorias verticales en un foso o de un piso a otro y también deben estar listados como poseedores de características de resistencia al fuego capaces de evitar la conducción del fuego de un piso a otro.

NOTA. Un método para determinar las características de resistencia al fuego capaces de impedir la conducción de la llama de un piso a otro es que los cables pasen los requisitos de la publicación ANSI/UL 1666-2002, Standard Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical Fiber Cable Installed Vertically in Shafts.

(C) Tipos OFNG y OFCG. Los cables de fibra óptica no conductores y conductores de uso general, de los tipos OFNG y OFCG, deben estar listados como adecuados para uso general, excepto en tramos verticales y cámaras de distribución de aire; además, deben estar listados como resistentes a la propagación del fuego.

NOTA. Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1.5 m (4 pies 11 pulgadas) cuando se le somete a la prueba de llama vertical de la CSA "Vertical Flame Test - Cables in Cable Trays", que se describe en la publicación CSA C22.2 No. 0.3-M-2001, Test Methods for Electrical Wires and Cables.

(D) Tipos OFN y OFC. Los cables de fibra óptica no conductores y conductores, de los tipos OFN y OFC, deben estar listados como adecuados para uso general, excepto en tramos verticales, cámaras de distribución de aire y otros espacios utilizados para aire ambiental, y además deben estar listados como resistentes a la propagación del fuego.

NOTA: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es

que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja en el ensayo de bandeja vertical "UL Flame Exposure, Vertical Tray Flame Test" definido en la publicación UL 1685-2000, Standard for Safety for Vertical-Tray Fire-Propagation and Smoke-Release Test for Electrical and Optical-Fiber Cables. Las mediciones de humo en el método de prueba no son aplicables.

Otro método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1.5 m (4 pies 11 pulgadas) cuando se le somete a prueba de llama vertical de la CSA "Vertical Flame Test - Cables in Cable Trays", que se describe en la publicación CSA C22.2 No. 0.3-M-2001, Test Methods for Electrical Wires and Cables.

NOTA No. 1: Los tipos de cables se enumeran en orden descendente con relación a su resistencia nominal al fuego. Dentro de cada resistencia nominal al fuego, el cable no conductor se enumera primero porque puede ser sustituto para el cable conductor.

NOTA No. 2: Véanse las secciones referenciadas con respecto a los requisitos y los usos permitidos.

770.182 Canalizaciones para fibra óptica. Las canalizaciones para fibra óptica deben estar listadas de acuerdo con las secciones 770.182 (A) hasta (C).

(A) Canalizaciones para fibra óptica para cámaras de distribución de aire. Las canalizaciones para fibra óptica para cámaras de distribución de aire deben estar listadas como poseedoras de características adecuadas de resistencia al fuego y de baja producción de humo.

NOTA. Un método para determinar si una canalización para fibra óptica es una canalización de baja producción de humo y resistente al fuego consiste en que la canalización muestre una densidad óptica de pico máximo de 0.5 o menos, una densidad óptica promedio de 0.15 o menos y una distancia máxima de propagación de la llama de 1.52 m (5 pies) o menos cuando se somete a prueba de cámara de distribución de aire, según la publicación UL 2024, Standard for Optical Fiber Cable Raceway.

(B) Canalizaciones para fibra óptica para tramos verticales. Las canalizaciones para fibra óptica para tramos verticales deben estar listadas como poseedoras de características de resistencia al fuego que pueden evitar la propagación del fuego de un piso a otro.

NOTA: Un método para definir las características de resistencia al fuego para evitar la conducción del fuego de un piso a otro consiste en que la canalización apruebe todos los requisitos de prueba para propagación de la llama (sección vertical) definido en la publicación UL 2024, Standard for Optical Fiber Cable Raceway.

(C) Canalización para cable de fibra óptica para uso general. La canalización para cable de fibra óptica para uso general debe estar listada como resistente a la propagación del fuego.

NOTA: Un método para definir la resistencia a la propagación del fuego consiste en que la canalización apruebe los requisitos de prueba de bandeja vertical (uso general) definido en la publicación UL 2024, Standard for Optical Fiber Cable Raceway.

ARTÍCULO 800
Circuitos de comunicaciones

NOTA: Las reglas que están seguidas de una referencia entre corchetes contienen texto que ha sido tomado de la publicación NFPA 90A-2002, Standard for Installation of Air-Conditioning and Ventilating Systems. Sólo se hicieron cambios editoriales al texto tomado para hacerlo consistente con este Código.

I. Generalidades

800.1 Alcance. Este artículo trata de los circuitos y equipos de comunicaciones.

NOTA No. 1: Con respecto a los requisitos de instalación de los sistemas y equipos de tecnología de la información en un cuarto de equipos de tecnología de la información, véase el Artículo 645.

NOTA No. 2: Para mayor información sobre los circuitos de control remoto, señalización y de potencia limitada, véase el Artículo 725.

NOTA No. 3: Para mayor información sobre los sistemas de alarma contra incendios, véase el Artículo 760.

NOTA No. 4: Con respecto a los requisitos de instalación de los cables de fibra óptica y las canalizaciones, véase el Artículo 770.

NOTA No. 5: Para los requisitos de instalación de los circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, véase el Artículo 830.

800.2 Definiciones. Véase el Artículo 100. Para los propósitos de este artículo, se aplican las siguientes definiciones adicionales.

Alambre. Ensamble hecho en fábrica de uno o más conductores aislados sin un recubrimiento externo.

Cable. Ensamble hecho en fábrica de dos o más conductores con un recubrimiento externo.

Cable de comunicaciones abandonado. Cable de comunicaciones instalado que no termina en ambos extremos en un conector u otro equipo y no está identificado para su uso futuro con una etiqueta.

NOTA: Véase al Artículo 100 con respecto a la definición de Equipo.

Cable de integridad (CI) del circuito de comunicaciones. Cable utilizado en los sistemas de comunicaciones para garantizar el funcionamiento continuo de los circuitos críticos durante un tiempo especificado bajo condiciones de incendio.

Circuito de comunicaciones. Circuito que extiende los servicios de voz, audio, video, datos, servicios interactivos, telégrafo (con excepción de la radio), fuera del alambrado para la alarma contra incendios y la alarma contra robo provenientes del servicio público de comunicaciones hacia el equipo de comunicaciones del cliente, hasta e incluyendo el equipo terminal tal como un teléfono, una máquina de fax, o una máquina contestadora.

Ducto de aire. Tubería o corredor para conducir el aire hacia o desde el equipo de calefacción,

refrigeración, aire acondicionado o ventilación, pero no incluye la cámara de distribución de aire. [90A:3.3.5]

Expuesto (a contacto accidental). Circuito que está en una posición tal, que en caso de falla de los soportes o del aislamiento, puede hacer contacto con otro circuito.

NOTA: Véase el Artículo 100 para otras dos definiciones de Expuesto.

Inmuebles. El terreno y los edificios de un usuario, localizados en el lado del usuario del punto de demarcación de la red entre la empresa de servicios y el usuario.

Manzana. Un espacio urbano o porción de una ciudad, pueblo o aldea, rodeada por calles, que incluye los callejones así encerrados, pero no las calles.

Punto de entrada. Punto dentro de un edificio en el que el alambre o cable emerge de un muro exterior, de una baldosa de concreto en el suelo, o de un conduit metálico rígido (tipo RMC) o conduit metálico intermedio (tipo IMC) conectados por un conductor de puesta a tierra a un electrodo, de acuerdo con la sección 800.100(B).

Recubrimiento del cable. Cubierta sobre el ensamble del conductor, que puede incluir uno o más elementos metálicos, elementos de resistencia mecánica o chaquetas.

800.3 Otros artículos.

(A) En lugares (clasificados como) peligrosos. Los circuitos y equipos de comunicaciones instalados en un lugar clasificado de acuerdo con las secciones 500.5 y 505.5 deben cumplir los requisitos aplicables del Capítulo 5.

(B) Equipo en otros espacios usados para aire ambiental. Se debe aplicar la sección 300.22 (C).

(C) Sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. Se debe aplicar el Artículo 830 a los sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por una red.

800.18 Instalación del equipo. Los equipos conectados eléctricamente a una red de telecomunicaciones deben estar listados según la sección 800.170. La instalación del equipo también debe cumplir con la sección 110.3 (B).

Excepción: Este requisito de listado no se debe aplicar a equipos de prueba proyectados para su conexión temporal a una red de telecomunicaciones, por parte de personal calificado, durante el curso de la instalación, mantenimiento o reparación de equipos o sistemas de telecomunicaciones.

800.21 Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso al equipo eléctrico no debe estar obstaculizado por la acumulación de cables y alambres de comunicaciones que prevenga que se puedan retirar los paneles, incluso los paneles del cielo raso suspendido.

800.24 Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos y equipos de comunicaciones se deben instalar de manera ordenada y profesional. Los cables instalados expuestos en la superficie de techos o paredes se deben soportar por la estructura del edificio, de modo que no sufran daño durante el uso normal de éste. Estos cables se deben sujetar con accesorios de fijación, incluyendo correas,

grapas, ganchos, amarres para cable, soportes o accesorios similares diseñados e instalados de modo que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con las secciones 300.4 (D) y 300.11.

> **NOTA**: Las prácticas industriales aceptadas se describen en las publicaciones ANSI/NECA/BICSI 568-2006, Standard for Installing Comercial Building Telecommunications Cabling; ANSI/TIA/EIA-568-B.1-2004 - Part 1, General Requirements Commercial Building Telecommunications Cabling Standard; ANSI/TIA-569-B-2004, Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces; ANSI/TIA-570-B, Residential Telecommunications Infrastructure, u otras normas de instalación aprobadas por la ANSI.

800.25 Cables abandonados. Se debe retirar la parte accesible de los cables de comunicaciones abandonados. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, dicha etiqueta debe tener durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

800.26 Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las instalaciones de cables y canalizaciones de comunicaciones en espacios huecos, fosos verticales y ductos de ventilación y circulación de aire se deben hacer de manera tal que no se incremente significativamente la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas alrededor de las penetraciones de los cables y canalizaciones de comunicaciones a través de paredes, divisiones, pisos o cielos rasos con clasificación de resistencia nominal al fuego deben ser cortafuegos utilizando métodos aprobados para mantener la clasificación de resistencia nominal al fuego.

> **NOTA**: Los directorios de materiales eléctricos para la construcción publicados por laboratorios de prueba calificados contienen muchas restricciones de listado de la instalación, necesarias para mantener la clasificación de resistencia nominal al fuego de los ensambles cuando se hacen penetraciones o aberturas. Los códigos de construcción también contienen restricciones sobre las penetraciones de las membranas en los lados opuestos de un ensamble para pared con clasificación de resistencia nominal al fuego. Un ejemplo es la separación horizontal mínima de 600 mm (24 pulgadas) que generalmente se aplica entre las cajas instaladas en los lados opuestos de la pared. En los códigos de edificio, directorios de clasificación de resistencia contra el fuego y listados de producto se puede encontrar ayudas para cumplir con lo especificado en la sección 800.26.

II. Alambres y cables exteriores y que entran a los edificios

800.44 Cables y alambres aéreos de comunicaciones. Los cables y alambres aéreos de comunicaciones que entren en un edificio deben cumplir lo establecido en las secciones 800.44 (A) y (B).

(A) En postes y en vanos. Cuando los cables y alambres de comunicaciones y los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza estén sostenidos por el mismo poste o estén tendidos paralelos entre sí en los vanos, se deben cumplir las condiciones que se describen en las secciones 800.44 (A) (1) hasta (A) (4).

(**1**) Ubicación relativa. Siempre que sea posible, los cables y alambres de comunicaciones se deben instalar debajo de los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza.

(**2**) Sujeción a crucetas. Los cables y alambres de comunicaciones no se deben sujetar a ninguna cruceta que porte conductores eléctricos de alumbrado o fuerza.

(**3**) Espacio ascendente. El espacio ascendente entre los cables y alambres de comunicaciones debe cumplir los requisitos de la sección 225.14 (D).

(**4**) Distancia. Las acometidas de bajada de 0 a 750 voltios, cuyo tendido vaya por encima de las acometidas de bajada de comunicaciones y en paralelo a ellas, debe tener una separación mínima de 300 mm (12 pulgadas) en cualquier punto del vano, incluido el punto de sujeción al edificio, siempre que los conductores no puestos a tierra estén aislados y que se mantenga una distancia no inferior a 1.0 m (40 pulgadas) entre las dos acometidas en el poste.

(B) Sobre los techos. Los cables y alambres de comunicaciones deben tener una distancia vertical mínima de 2.5 m (8 pies) desde todos los puntos de los techos sobre los cuales pasen.

Excepción No. 1: En edificios auxiliares, como garajes y similares.

Excepción No. 2: Se permitirá reducir la anterior distancia sólo en la parte que sobresalga del techo, a no menos de 450 mm (18 pulgadas), si: (a) la longitud de los conductores de la acometida de bajada de los sistemas de comunicaciones que pasa sobre el saliente del techo es de máximo de1.2 m (4 pies) y (b) terminan en una canalización o soporte aprobado por encima del techo o a través de él.

Excepción No.3: Si el techo tiene una pendiente no inferior a 100 mm en 300 mm (4 pulgadas en 12 pulgadas), se permitirá reducir la distancia a un mínimo de 900 mm (3 pies).

NOTA: Para información adicional con respecto a los alambres y cables aéreos, véase la publicación ANSI C2-2007, National Electric Safety Code, Part 2, Safety Rules for Overhead Lines.

800.47 Circuitos subterráneos que entran a los edificios. Los alambres y cables subterráneos de comunicaciones que entren a los edificios deben cumplir con las secciones 800.47 (A) y (B).

(A) Con conductores de alumbrado o fuerza. Los alambres y cables subterráneos de comunicaciones instalados en una canalización, gabinete de acceso manual o pozo de inspección en los que haya conductores de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, deben estar en una división separada de estos conductores por medio de separaciones de ladrillo, concreto o azulejo, o por medio de una barrera adecuada.

(B) Distribución subterránea en una manzana. Cuando todo el circuito de la calle sea subterráneo y el circuito dentro de la manzana esté ubicado de modo que no haya posibilidad de contacto accidental con circuitos de alumbrado o de fuerza de más de 300 voltios a tierra, no se deben aplicar los requisitos de aislamiento de las secciones 800.50 (A) y (C) ni se exigirán soportes aislantes para los conductores, ni adaptadors para la entrada de los conductores en el edificio.

800.48 Cables no listados que entran a los edificios. Se permitirá instalar cables de comunicaciones no listados en el exterior de la planta en lugares como los descritos en la sección 800.154(C), cuando la longitud del cable dentro del edificio, medida desde su punto de entrada, no

supere los 15 m (50 pies) y el cable entre al edificio desde el exterior y termine en un gabinete o en un protector primario listado.

> **NOTA** No. 1: Por lo general se utilizan cajas de empalme o de terminación, tanto metálicas como de plástico, como gabinetes para empalme o terminación de los cables de teléfono.
>
> **NOTA** No. 2: Esta sección limita la longitud del cable no listado exterior a la planta a 15 m (50 pies), mientras que la sección 800.90 (B) exige que el protector primario esté ubicado lo más cerca posible del punto en el cual el cable entra al edificio. Por lo tanto, en las instalaciones que requieren un protector primario, puede no permitirse que el cable exterior a la fábrica se prolongue 15 m (50 pies) dentro del edificio, si es factible ubicar el protector primario a menos de 15 m (50 pies) del punto de entrada.
>
> **NOTA** No. 3: Véase la sección 800.2 con respecto a la definición de punto de entrada.

800.50 Circuitos que requieren protectores primarios. Los circuitos que requieran protectores primarios como se establece en la sección 800.90 deben cumplir con las secciones 800.50 (A), (B) y (C).

(A) Aislamiento, alambres y cables. Los alambres y cables de comunicaciones sin blindaje metálico, tendidos desde el último soporte exterior al edificio hasta el protector primario, deben estar listados de acuerdo con la sección 800.173.

(B) En edificios. Los alambres y cables de comunicaciones que cumplan lo establecido en la sección 800.50 (A) deben estar separados un mínimo de 100 mm (4 pulgadas) de los conductores de alumbrado o fuerza que no estén en una canalización o cable, o deben estar separados permanentemente de los conductores de los otros sistemas, además del aislamiento de los alambres, mediante una barrera no conductora, continua y fija firmemente, tal como un tubo de porcelana o tubería flexible. Los alambres y cables de comunicaciones, que cumplan lo establecido en la sección 800.50 (A) expuestos al contacto accidental con conductores de alumbrado y fuerza que funcionen a más de 300 voltios a tierra y estén asegurados a los edificios, deben estar separados de la estructura de madera, mediante soportes con aisladores de vidrio, porcelana u otro material aislante.

> *Excepción: No se exigirá separación de la estructura de madera cuando se omitan los fusibles, como se establece en la sección 800.90 (A) (1) o cuando se utilicen los conductores para extender un circuito hasta un edificio desde un cable con recubrimiento metálico puesto a tierra.*

(C) Entrada a edificios. Cuando se instale un protector primario dentro de un edificio, los alambres y cables de comunicaciones deben entrar a dicho edificio a través de un adaptadors aislante, no combustible y no absorbente, o a través de una canalización metálica. No se exigirá un adaptadors aislante cuando los alambres y cables de comunicaciones que entren (1) estén en un cable con recubrimiento metálico, (2) pasen a través de mampostería, (3) cumplan los requisitos de la sección 800.50(A) y se omitan los fusibles según se dispone en la sección 800.90 (A) (1), o (4) cumplan los requisitos de la sección 800.50(A) y se utilicen para extender circuitos hasta un edificio desde un cable con recubrimiento metálico puesto a tierra. Las canalizaciones o adaptadors deben entrar desde el exterior con una inclinación hacia arriba o, si no es posible, se deben formar bucles de goteo en los

cables y alambres de comunicaciones inmediatamente antes de su entrada al edificio. Las canalizaciones deben estar equipadas con una mufa de acometida aprobada. Se permitirá que entren a través de la misma canalización o adaptadors más de un alambre y cable de comunicaciones. Los conduits u otras canalizaciones metálicas situadas antes del protector primario deben estar puestos a tierra.

800.53 Conductores para las descargas atmosféricas. Siempre que sea posible, se debe mantener una separación mínima de 1.8 m (6 pies) entre los alambres y cables de comunicaciones de los edificios y los conductores para las descargas atmosféricas.

III. Protección

800.90 Dispositivos de protección.

(A) Aplicación. En cada circuito tendido total o parcialmente con un alambre aéreo o un cable aéreo no confinado dentro de una manzana, se debe instalar un protector primario listado. También se debe instalar un protector primario listado en cada circuito aéreo o subterráneo que esté situado dentro de la manzana a la que pertenezca el edificio alimentado, que pueda estar expuesto a contacto accidental con conductores de alumbrado o fuerza que funcionen a más de 300 voltios a tierra. Además, cuando haya exposición a descargas atmosféricas, cada circuito que conecta los edificios de un inmueble se debe proteger con un protector primario listado instalado en cada extremo del circuito de interconexión. La instalación de los protectores primarios también debe cumplir lo establecido en la sección 110.3 (B).

> **NOTA** No. 1: En un circuito no expuesto a contacto accidental con conductores de fuerza, la instalación de un protector primario listado de acuerdo con este artículo, ayudará a proteger contra otros riesgos, tales como descargas atmosféricas y subidas anormales de tensión inducidas por corrientes de falla en los circuitos de fuerza que se encuentren próximos a los circuitos de comunicaciones.
>
> **NOTA** No. 2: Se considera que los circuitos de interconexión entre edificios están expuestos a las descargas atmosféricas, a menos que exista una o más de las siguientes condiciones:
>
> (1) Los circuitos en grandes áreas metropolitanas en las que los edificios están cerca entre sí y son lo suficientemente altos como para interceptar las descargas atmosféricas.
>
> (2) Los tramos de cables de interconexión entre edificios de 42 m (140 pies) o menos, enterrados directamente o en conduit subterráneo, donde el blindaje metálico continuo del cable o el conduit metálico continuo que contiene el cable, está conectado a cada sistema de electrodos de puesta a tierra de los edificios.
>
> (3) Las áreas que tienen un promedio de cinco días con tormenta o menos por año, y una resistividad del terreno inferior a 100 ohms-metro. Estas áreas se encuentran a lo largo de la costa pacífica de los Estados Unidos.

(1) Protectores primarios sin fusibles. Se permitirá utilizar protectores primarios sin fusibles bajo cualquiera de las condiciones indicadas en (A) (1) (a) hasta (A) (1) (e).

(a) Cuando los conductores entran a un edificio a través de un cable con un(os) elemento(s) del recubrimiento metálico puesto(s) a tierra y si los conductores del cable se funden con seguridad cuando pasa una corriente superior a la capacidad de conducción de corriente del protector primario y del conductor de puesta a tierra del protector primario.

(b) Cuando se utilizan conductores aislados de acuerdo con la sección 800.50 (A) para extender los circuitos hasta un edificio desde un cable con un(os) elemento(s) del recubrimiento metálico puesto(s) a tierra efectivamente, y si los conductores del cable o sus extremos, o las conexiones entre los conductores aislados, expuestos al contacto accidental con conductores de fuerza o de alumbrado que funcionan a más de 300 voltios a tierra, y los equipos de comunicaciones, se funden con seguridad cuando pasa cualquier corriente superior a la capacidad de conducción de corriente del protector primario, o de los conductores aislados asociados, y del conductor de puesta a tierra del protector primario.

(c) Cuando se utilizan conductores aislados, de acuerdo con las secciones 800.50(A) o (B), para extender los circuitos hasta un edificio desde un cable que no tenga un(os) elemento(s) del recubrimiento metálico puesto(s) a tierra, si (1) el protector primario está listado como adecuado para este propósito y para su aplicación con circuitos que se extienden desde un cable que no tenga un(os) elemento(s) metálico(s) en el recubrimiento, y (2) las conexiones de los conductores aislados, hacia las plantas expuestas al contacto accidental con conductores de fuerza o de alumbrado que funcionan a más de 300 voltios a tierra, o los conductores de las plantas expuestos al contacto accidental con conductores de fuerza o de alumbrado que funcionan a más de 300 voltios a tierra se funden con seguridad cuando pasa cualquier corriente superior a la capacidad de conducción de corriente del protector primario, o de los conductores aislados asociados, y del conductor de puesta a tierra del protector primario.

(d) Cuando se utilizan conductores aislados de acuerdo con la sección 800.50(A) para extender de forma aérea los circuitos hasta un edificio, desde un circuito enterrado o subterráneo no expuesto al contacto accidental con conductores de fuerza o de alumbrado que funcionan a más de 300 voltios a tierra.

(e) Cuando se utilizan conductores aislados de acuerdo con la sección 800.50(A) para extender los circuitos hasta un edificio desde un cable con un(os) elemento(s) del recubrimiento metálico puesto(s) a tierra eficazmente, y si (1) la combinación de protector primario y los conductores aislados está listada como adecuada para ese propósito de aplicación con circuitos que se extienden desde un cable con un (os) elemento(s) del recubrimiento metálico puesto(s) a tierra efectivamente, y (2) los conductores aislados se funden con seguridad cuando pasa cualquier corriente superior a la capacidad de conducción de corriente del protector primario y del conductor de puesta a tierra del protector primario.

NOTA: La sección 9 de la publicación ANSI C2-2007, National Electrical Safety Code, brinda un ejemplo de los métodos de puesta a tierra de protección que puede lograr la puesta a tierra efectiva de los recubrimientos de los cables de

telecomunicaciones para los cables desde los cuales se extienden los circuitos de comunicaciones.

(2) Protectores primarios con fusibles. Cuando no se cumplan los requisitos enumerados en las secciones 800.90 (A) (1) (a) hasta (A) (1) (e) se debe utilizar protectores primarios con fusibles. Un protector primario con fusibles debe constar de un descargador de sobretensiones conectado entre cada conductor de línea y tierra, un fusible en serie con cada conductor de línea y una disposición adecuada del montaje. Los terminales del protector primario deben estar marcados de modo que indiquen línea, instrumento y tierra, según sea aplicable.

(B) Ubicación. El protector primario debe estar situado en el edificio o estructura a la que protege, o sobre o inmediatamente adyacente a éste, y lo más cerca posible del punto de entrada.

NOTA: Véase la sección 800.2 con respecto a la definición de punto de entrada.

Para los propósitos de esta sección, se debe considerar que los protectores primarios instalados en el equipo de acometida de casas móviles a un máximo de 9.0 m (30 pies) de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, o en el medio de desconexión de la casa móvil, conectado a un electrodo por un conductor de puesta a tierra de acuerdo con la sección 250.32 y situado a máximo 9.0 m (30 pies) de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, cumplen los requisitos de esta sección.

NOTA: La selección de la ubicación del protector primario para obtener el conductor de puesta a tierra del protector primario más corto posible, ayudará a limitar las diferencias de potencial entre los circuitos de comunicaciones y cualquier otro sistema metálico.

(C) Lugares (clasificados como) peligrosos. El protector primario no se debe instalar en lugares (clasificados como) peligrosos, tal como se definen en la sección 500.5, ni cerca de materiales fácilmente inflamables.

Excepción: Lo permitido en las secciones 501.150, 502.150 y 503.150.

(D) Protectores secundarios. Cuando se instale un protector secundario en serie con el alambre o cable interior de comunicaciones entre el protector primario y el equipo, el protector debe estar listado para ese propósito de acuerdo con la sección 800.170 (B).

NOTA: Los protectores secundarios en circuitos expuestos al contacto accidental con conductores de fuerza o de alumbrado eléctrico que funcionan a más de 300 voltios a tierra no están proyectados para su uso sin protectores primarios.

800.93 Puesta a tierra o interrupción de los elementos metálicos del recubrimiento de los cables de comunicaciones. Los cables de comunicaciones que entran al edificio o que terminan en el exterior de ésta, deben cumplir con lo dispuesto en las secciones 800.93 (A) o (B).

(A) Que entran a los edificios. En las instalaciones donde los cables de comunicaciones entran a los edificios, los elementos metálicos del recubrimiento del cable deben estar puestos a tierra tal como se especifica en la sección 800.100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se deben hacer lo más cerca posible al

punto de entrada.

(B) Que terminan en el exterior de los edificios. En las instalaciones donde el cable de comunicaciones termina en el exterior del edificio, los elementos metálicos del recubrimiento del cable deben estar puestos a tierra tal como se especifica en la sección 800.100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se deben hacer lo más cerca posible al punto de terminación del cable.

NOTA: Véase la sección 800.2 con respecto a la definición de punto de entrada.

IV. Métodos de puesta a tierra

800.100 Puesta a tierra del cable y del protector primario. El protector primario y el elemento o elementos metálicos del recubrimiento del cable deben estar puestos a tierra según se especifica en las secciones 800.100 (A) hasta (D).

(A) Conductor de puesta a tierra.

(1) Aislamiento. El conductor de puesta a tierra debe estar aislado y debe estar listado.

(2) Material. El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material conductor resistente a la corrosión, sólido o trenzado.

(3) Calibre. El conductor de puesta a tierra debe ser de un calibre no inferior al 14 AWG.

(4) Longitud. El conductor de puesta a tierra del protector primario debe ser lo más corto posible. En viviendas unifamiliares y bifamiliares, el conductor de puesta a tierra del protector primario debe ser lo más corto posible y no exceder los 6.0 m (20 pies) de longitud.

NOTA: Limitaciones similares de la longitud del conductor de puesta a tierra aplicadas a edificios de apartamentos y edificios comerciales ayudan a reducir las tensiones que se pueden desarrollar entre los sistemas de fuerza y de comunicaciones del edificio durante eventos de descargas atmosféricas.

Excepción: En viviendas unifamiliares y bifamiliares donde no es factible lograr una longitud máxima total del conductor de puesta a tierra del protector primario de 6.0 m (20 pies), se debe instalar una barra independiente de puesta a tierra de comunicaciones que cumpla los criterios de dimensiones mínimas de la sección 800.100 (B) (2) (2); el protector primario debe estar conectado a la barra de puesta a tierra de comunicaciones según la sección 800.100 (C) y la barra de puesta a tierra de comunicaciones debe estar conectada al sistema del electrodo de puesta a tierra de potencia, de acuerdo con la sección 800.100 (D).

(5) Tendido en línea recta. El conductor de puesta a tierra se debe tender hasta el electrodo de puesta a tierra en la línea más recta posible.

(6) Protección física. El conductor de puesta a tierra se debe resguardar cuando está expuesto a daños físicos. Cuando el conductor de puesta a tierra esté tendido en una canalización metálica, ambos extremos de la canalización se deben unir al conductor de puesta a tierra o al mismo terminal o electrodo

al que esté conectado dicho conductor.

(B) Electrodo. El conductor de puesta a tierra se debe conectar de acuerdo con las secciones 800.100 (B) (1), (B) (2) o (B) (3).

(**1**) En edificios o estructuras con una terminación de unión intersistemas. Si el edificio o estructura alimentada tiene una terminación de unión intersistemas, el conductor de puesta a tierra debe estar conectado a dicha terminación.

(**2**) En edificios o estructuras con medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminación de unión intersistemas, el conductor de puesta a tierra se debe conectar al lugar accesible más cercano de los siguientes elementos:

(1) El sistema del electrodo de puesta a tierra del edificio o estructura, tal como se indica en la sección 250.50.

(2) El sistema de tubería metálica de agua interior puesto a tierra, hasta una distancia máxima de 1.5 m (5 pies) desde su punto de entrada al edificio, tal como se indica la sección 250.52.

(3) El medio accesible de la acometida de fuerza externo a los gabinetes, tal como se indica la sección 250.94.

(4) La canalización metálica de la acometida de fuerza.

(5) El gabinete del equipo de acometida.

(6) El conductor del electrodo de puesta a tierra o el gabinete metálico del conductor del electrodo de puesta a tierra.

(7) El conductor de puesta a tierra o el electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura, que esté puesto a tierra a un electrodo tal como se indica en la sección 250.32.
Un dispositivo de unión proyectado para proporcionar un punto de terminación para el conductor de puesta a tierra (unión intersistemas) no debe interferir con la apertura del gabinete del equipo. Un dispositivo de unión se debe montar en las partes no removibles, y no se debe montar en una puerta o una tapa aunque éstas no sean removibles.
Para los propósitos de esta sección, se deben considerar accesibles el equipo de acometida de una casa móvil o el medio de desconexión de ésta, según se describe en la sección 800.90 (B).

(**3**) En edificios o estructuras sin terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra, tal como se describe la sección 800.100 (B) (2), el conductor de puesta a tierra se debe conectar a cualquiera de los siguientes elementos.

(1) A cualquiera de los electrodos individuales descritos en las secciones 250.52 (A) (1), (A) (2), (A) (3) o (A) (4).

(2) Si el edificio o estructura alimentada no tiene terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra, como se describe en las secciones 800.100 (B) (2) o (B) (3) (1), a cualquiera de los electrodos individuales descritos en las secciones 250.52 (A) (7) y (A) (8) o a un tubo o barra puesta a tierra cuya longitud no sea inferior a 1.5 m (5 pies) y 12.7 mm (1/2 pulgada) de diámetro, enterrada, cuando sea factible, dentro de tierra permanentemente húmeda y separado de los conductores para las descargas atmosféricas según se indica la sección 800.53, y por lo menos a 1.8 m (6 pies) de los electrodos de otros sistemas. Las tuberías de agua caliente o de vapor, ni los conductores terminales aéreos (conductores de la barra del pararrayos), no se deben utilizar como electrodos para los protectores.

(C) Conexión a los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir lo establecido en la sección 250.70.

(D) Unión de los electrodos. Se debe conectar un puente de unión de cobre de calibre no inferior al 6 AWG o equivalente, entre el electrodo de puesta a tierra de comunicaciones y el sistema de electrodos de puesta a tierra en el edificio o estructura alimentada, cuando se usan electrodos separados.

Excepción: En las casas móviles, como se indica en la sección 800.106.

NOTA No. 1: Sobre el uso de terminales aéreas (pararrayos de barra), véase la sección 250.60.

NOTA No. 2: Si se unen todos los electrodos separados, se limitarán las diferencias de potencial entre dichos electrodos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

800.106 Puesta a tierra y unión del protector primario en las casas móviles.

(A) Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir con las secciones 800.106 (A) (1) y (A) (2).

(1) Cuando no haya un equipo de acometida para casas móviles situado a una distancia máxima de 9.0 m (30 pies) de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, la tierra del protector primario debe estar conectada a un conductor de puesta a tierra, según la sección800.100 (B) (2).

(2) Cuando no haya un medio de desconexión de la casa móvil puesto a tierra de acuerdo con la sección 250.32, y situado a una distancia máxima de 9.0 m (30 pies) de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, la tierra del protector primario debe estar conectada a un conductor de puesta a tierra, según la sección 800.100 (B) (2).

(B) Unión. El terminal de puesta a tierra o el electrodo de puesta a tierra del protector primario se deben conectar con el chasis metálico o el terminal de puesta a tierra disponible en la casa móvil con un conductor de puesta a tierra, de cobre y de calibre no inferior al 12 AWG, bajo cualquiera de las siguientes condiciones:
(1) Cuando no haya equipo de acometida o medio de desconexión de la casa móvil, como se indica en 800.106 (A).

(2) Cuando la casa móvil se alimente mediante cordón y clavija.

V. Métodos de instalación dentro de los edificios

800.110 Canalizaciones para alambres y cables de comunicaciones. Cuando los alambres y cables de comunicaciones están instalados en una canalización, dicha canalización debe ser de un tipo permitido en el Capítulo 3 e instalada de acuerdo con el Capítulo 3, o debe ser una canalización listada para comunicaciones y para cámaras de distribución de aire, o una canalización listada para comunicaciones y para tramos verticales o una canalización listada para comunicaciones y para uso general, instalada de acuerdo con la sección 800.154, y según las secciones 362.24 hasta 362.56, cuando se apliquen los requisitos correspondientes a la tubería eléctrica no metálica. No se deben aplicar las tablas de ocupación de la canalización de los Capítulos 3 y 9.

800.113 Instalación de los alambres y cables de comunicaciones. Los cables de comunicaciones instalados en edificios deben ser listados.

Excepción: No se exigirá que los cables de comunicaciones que cumplan con la sección 800.48 sean listados.

800.133 Instalación de los alambres, cables y equipos de comunicaciones. Los cables y alambres de comunicaciones que van desde el protector a los equipos o, cuando no se exija el protector, los alambres y cables de comunicaciones que están asegurados al interior o al exterior del edificio, deben cumplir con las secciones 800.133 (A) hasta (C).

(A) Separación de otros conductores.

(**1**) En canalizaciones, bandejas portacables, cajas y cables.

(a) Otros circuitos de potencia limitada. Se permitirá instalar cables de comunicaciones en la misma canalización, bandeja portacables o gabinete con cables de cualquiera de los tipos siguientes:

(1) Circuitos de Clase 2 y Clase 3 de control remoto, señalización y potencia limitada, de acuerdo con el Artículo 725.

(2) Sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada, de acuerdo con el Artículo 760.

(3) Cables de fibra óptica conductores y no conductores, de acuerdo con el Artículo 770.

(4) Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión, de acuerdo con el Artículo 820.

(5) Circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia, de acuerdo con el Artículo 830.

(b) Circuitos de Clase 2 y Clase 3. Los circuitos de Clase 1 no deben estar en el

mismo cable con los circuitos de comunicaciones. Se permitirán conductores de circuitos de Clase 2 y Clase 3 en el mismo cable con conductores de circuitos de comunicaciones, en cuyo caso los circuitos de Clase 2 y Clase 3 se deben clasificar como circuitos de comunicaciones y cumplir los requisitos de este artículo. Los cables deben estar listados como cables de comunicaciones.

Excepción: No se exigirá que los cables construidos de cables individualmente listados de Clase 2, Clase 3 y de comunicaciones, recubiertos por la misma chaqueta, estén listados como cables de comunicaciones. La clasificación de resistencia al fuego de este cable compuesto estará determinada por el desempeño del cable compuesto.

(c) Circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizada por una red de potencia media en canalizaciones, compartimientos y cajas. Los conductores de comunicaciones no se deben instalar en ninguna canalización, compartimiento, caja de salida o de empalme o accesorios similares con conductores de circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción No. 1: Cuando todos los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están separados de todos los conductores de los circuitos de comunicaciones por una barrera permanente o un divisor listado.

Excepción No.2: Los conductores de fuerza en cajas de salida, cajas de empalme o accesorios o compartimientos similares en donde estos conductores son introducidos únicamente para alimentar los equipos de comunicaciones. Los conductores de los circuitos de fuerza se deben encaminar dentro del envolvente manteniendo una separación mínima de 6 mm (0.25 pulgadas) de los conductores de los circuitos de comunicaciones.

Excepción No. 3: Lo permitido por la sección 620.36.

(**2**) Otras aplicaciones. Los cables y alambres de comunicaciones deben estar separados 50 mm (2 pulgadas) como mínimo de los conductores de cualquier circuito de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción No. 1: Cuando (1) todos los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están en una canalización o en cables con recubrimiento metálico, con cubierta metálica, con recubrimiento no metálico, de los tipos AC o UF, o (2) todos los conductores de los circuitos de comunicaciones están encerrados en una canalización.

Excepción No. 2: Cuando los cables y alambres de comunicaciones estén

separados permanentemente de los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, por una barrera no conductora continua y fijada firmemente, tal como tubos de porcelana o tuberías flexibles, además del aislamiento sobre el alambre.

(B) Soportes de los conductores. Las canalizaciones sólo se deben utilizar para su propósito previsto. Los cables o alambres de comunicaciones no se deben sujetar con grapas, o con cinta, ni asegurarlos por ningún otro medio al exterior de cualquier conduit o canalización, como un medio de soporte.

Excepción: Se permitirá que los vanos aéreos de cables o alambres de comunicaciones estén sujetos al exterior de un mástil tipo canalización previsto para la sujeción y soporte de estos conductores.

(C) Alambrado en ductos para polvo, material suelto o remoción de vapor. Se debe aplicar la sección 300.22(A).

800.154 Aplicaciones de alambres, cables y canalizaciones listados de comunicaciones. Los cables y alambres de comunicaciones deben cumplir los requisitos de las secciones 800.154 (A) hasta (D), 800.154 (F) y 800.154 (G) , o cuando se hacen sustituciones de cables de acuerdo con la sección 800.154 (E).

(A) Cámaras de distribución de aire. Los cables instalados en ductos, cámaras de aire y otros espacios usados para aire ambiental deben ser del tipo CMP. No se permitirá la permanencia de cables abandonados. Se permitirán alambres de los tipos CMP, CMR, CMG, CM y CMX y alambres de comunicaciones instalados de conformidad con la sección 300.22. Se permitirá que las canalizaciones listadas para comunicaciones y para cámaras de distribución de aire estén instaladas en ductos y cámaras de distribución de aire como se describe en la sección 300.22 (B) y en otros espacios usados para aire ambiental, como se describe en la sección 300.22 (C). Solamente se permitirá instalar cable del tipo CMP en canalizaciones.

(B) Tramos verticales. Los cables instalados en tramos verticales deben cumplir con las secciones 800.154 (B) (1), (B) (2) o (B) (3).

(**1**) Cables en trayectorias verticales. Los cables instalados en trayectorias verticales y que atraviesen más de un piso, o los instalados en trayectorias verticales en un foso deben ser del tipo CMR. Las instalaciones que atraviesen pisos y requieran cables del tipo CMR deben contener únicamente cables adecuados para su instalación en tramos verticales o en cámaras de distribución de aire. Se permitirá que las canalizaciones listadas para comunicaciones y para tramos verticales y las canalizaciones listadas para comunicaciones y para cámaras de distribución de aire se instalen en trayectorias de tramos verticales en un foso de un piso a otro. En estas canalizaciones solamente se permitirá instalar cables de los tipos CMR y CMP.

(2) Canalizaciones metálicas o fosos a prueba de fuego. Los cables de comunicaciones listados deben estar encerrados en una canalización metálica o ubicada en un foso a prueba de fuego que tenga cortafuegos en cada piso.

(**3**) Viviendas unifamiliares y bifamiliares. En las viviendas unifamiliares y bifamiliares se permitirán cables de los tipos CM y CMX.

NOTA: Véase la sección 800.26 con respecto a los requisitos de los cortafuegos para penetraciones a través de los pisos.

(C) Otro alambrado dentro de los edificios. Los cables instalados en edificios, en lugares diferentes a los tratados en las secciones 800.154 (A), (B), (D) y (G), deben estar de acuerdo con las secciones 800.154 (C) (1) hasta (C) (6).

(1) Generalidades. Los cables deben ser de los tipos CMG o CM. Se permitirán canalizaciones listadas para comunicaciones y para cámaras de distribución de aire, canalizaciones listadas para comunicaciones y para tramos verticales y canalizaciones listadas para comunicaciones y para uso general. En estas canalizaciones para comunicaciones sólo se permitirá instalar cables de los tipos CMG, CM, CMR o CMP.

(2) En canalizaciones. Se permitirán los alambres de comunicaciones listados que estén encerrados en una canalización de un tipo incluido en el Capítulo 3.

(3) Espacios no ocultos. Se permitirá instalar cable de comunicaciones del tipo CMX en espacios no ocultos, cuando el tramo expuesto del cable no tenga más de 3 m (10 pies) de longitud.

(4) Viviendas unifamiliares y bifamiliares. En las viviendas unifamiliares y bifamiliares se permitirá la instalación del cable de comunicaciones del tipo CMX de menos de 6 mm (0.25 pulgadas) de diámetro.

(5) Viviendas multifamiliares. Se permitirá la instalación de cables de comunicaciones del tipo CMX de menos de 6 mm (0.25 pulgadas) de diámetro en espacios no ocultos de viviendas multifamiliares.

(6) Bajo los tapetes. Se permitirá la instalación de cables y alambres de comunicaciones del tipo CMUC bajo los tapetes.

(D) Bandejas portacables. Se permitirá instalar en bandejas portacables los cables de comunicaciones de los tipos CMP, CMR, CMG y CM. Se permitirá instalar las canalizaciones para comunicaciones, como se describen en la sección 800.182, en bandejas portacables.

(E) Sustituciones de cables. Se permitirán los usos y las sustituciones de los cables de comunicaciones enumeradas en la Tabla 800.154 (E) e ilustradas en la Figura 800.154 (E).

NOTA: Para más información sobre los cables de los tipos CMP. CMR, CMG, CM y CMX, véase la sección 800.179.

(F) Cables híbridos de fuerza y de comunicaciones. En las viviendas unifamiliares y bifamiliares se permitirá instalar cables híbridos de fuerza y de comunicaciones listados de acuerdo con la sección 800.179(H).

(G) Conjuntos de bastidores de distribución y de interconexión. En los bastidores de distribución y de interconexión se deben utilizar alambres de comunicaciones listados y cables de comunicaciones listados de los tipos CMP, CMR, CMG y CM.

Tabla 800.154 (E). Sustituciones de los cables

Tipo de cable	Uso	Referencias	Sustituciones permitidas
CMR	Cable de comunicaciones para tramos verticales	800.154 (B)	CMP
CMG, CM	Cable de comunicaciones de uso general	800.154 (C) (1)	CMP, CMR
CMX	Cable de comunicaciones de uso limitado	800.154 (C)	CMP, CMR, CMG, CM

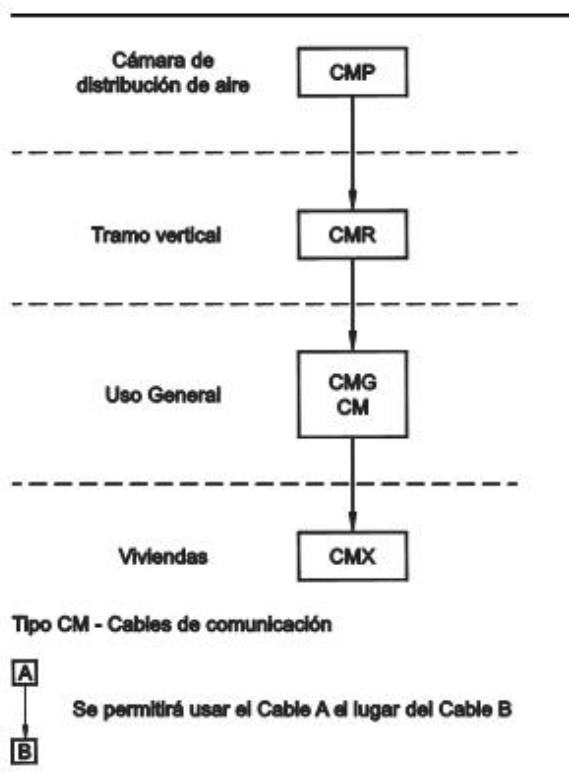


Figura 800.154 (E). Jerarquía de la sustitución de los cables

800.156 Salida para comunicaciones en unidades de vivienda. En las construcciones nuevas, se debe instalar por lo menos una salida para comunicaciones dentro de la vivienda y debe estar cableada hasta el punto de demarcación del proveedor del servicio.

VI. Requisitos de listado

800.170 Equipo. El equipo de comunicaciones debe estar listado como adecuado para su conexión eléctrica a una red de telecomunicaciones.

> **NOTA**: Una manera de determinar los requisitos aplicables es por referencia a las publicaciones UL 60950-1-2003, Standard for Safety of Information Technology Equipment; UL1459-1995, Standard for Safety, Telephone Equipment, o UL 1863-2004, Standard for Safety, Communications Circuit Accesories. Para mayor información sobre los requisitos de listado para las canalizaciones para comunicaciones, véase la publicación UL 2024-2004, Standard for Optical Fiber and Communications Cable Raceways.

(A) Protectores primarios. Un protector primario debe constar de un descargador de sobretensiones conectado entre cada conductor de línea y tierra en un montaje adecuado. Los terminales del protector primario deben estar marcados de modo que indiquen línea y tierra, según sea aplicable.

> **NOTA**: Una manera para determinar los requisitos aplicables para un protector primario listado es consultar la publicación ANSI/UL 497-1995, Standard for Protectors for Paired Conductor Communications Circuits.

(B) Protectores secundarios. El protector secundario debe estar listado como adecuado para proporcionar un medio para limitar de manera segura las corrientes a menos de la capacidad de conducción de corriente de los alambres y cables de comunicaciones listados para interiores, los conjuntos listados de cordones de línea de teléfono y los equipos terminales de comunicaciones listados que tienen puertos para alambres de línea externa de circuitos de comunicaciones. Cualquier protección contra sobretensiones, descargador de sobretensiones o conexión de puesta a tierra se debe conectar en el lado de los terminales del equipo del medio de limitación de corriente del protector secundario.

> **NOTA**: Una manera de determinar los requisitos aplicables para un protector secundario listado es consultar la publicación UL 497A-1996, Standard for Secondary Protectors for Communications Circuits.

800.173 Alambre y cable de bajada. Los alambres y cables de comunicaciones sin blindaje metálico, tendidos desde el último punto de soporte exterior hasta el protector primario, deben estar listados como adecuados para el propósito y tener capacidad de conducción de corriente tal como se especifica en las secciones 800.90 (A) (1) (b) o (A) (1) (c).

800.179 Alambres y cables de comunicaciones. Los alambres y cables de comunicaciones deben estar listados de acuerdo con las secciones 800.179 (A) hasta (I) y marcados según la Tabla 800.179. Los conductores en los cables de comunicaciones, que no sean coaxiales, deben ser de cobre.

Los alambres y cables de comunicaciones deben tener una tensión nominal no inferior a 300 voltios. El aislamiento para los conductores individuales, diferente al conductor externo de un cable coaxial, debe tener valor nominal para 300 voltios como mínimo. La tensión nominal del cable no se debe marcar en el cable ni en el alambre de comunicaciones bajo tapetes. Los alambres y cables de comunicaciones deben tener una temperatura nominal no inferior a 60º C.

Excepción: Se permitirá que la tensión nominal esté marcada en el cable cuando el cable tenga múltiples listados y el marcado de la tensión se exija por uno o más de los listados.

NOTA No. 1: Si se marcara la tensión en los cables, ésta se podría interpretar mal como sugiriendo que pueden ser adecuados para uso en aplicaciones de alumbrado, de fuerza y de Clase 1.

NOTA No. 2: Véase la sección 800.170 con respecto a los requisitos de listado para los equipos.

Tabla 800.179. Marcado de los cables

Marcado del cable	Tipo	Referencias
CMP	Cable de comunicaciones para cámaras de distribución de aire	800.179 (A) y 800.154 (A)
CMR	Cable de comunicaciones para tramos verticales	800.179 (B) y 800.154 (B)
CMG	Cable de comunicaciones para uso general	800.179 (C) y 800.154 (D) y (E) (1)
CM	Cable de comunicaciones para uso general	800.179 (D) y 800.154 (D) y (E) (1)
CMX	Cable de comunicaciones para uso limitado	800.179 (E) y 800.154 (E) (2), (3), (4) y (5)
CMUC	Cable y alambre de comunicaciones para instalar bajo tapetes	800.179 (F) y 800.154 (E) (6)

NOTA No. 1: Los tipos de cables se enumeran en orden descendente de acuerdo con su clasificación nominal de resistencia al fuego.

NOTA No. 2: Con relación a los usos permitidos, véanse las secciones de las referencias

(A) Tipo CMP. Los cables de comunicaciones del tipo CMP para cámaras de distribución de aire deben estar listados como adecuados para su instalación en cámaras de distribución de aire, ductos y otros espacios usados para aire ambiental y además estar listado como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y de baja producción de humo.

NOTA. Un método para determinar si el cable tiene baja producción de humo y su resistencia al fuego consiste en que el cable muestre una densidad óptica de pico máximo de 0.5 o menos, una densidad óptica promedio de 0.15 o menos y una distancia máxima de propagación de la llama de 1.52 m (5 pies) o menos cuando se somete a prueba según la publicación NFPA 262-2007, Standard Method of Test for Flame Travel and Smoke of Wires and Cables for Use in Air-Handling Spaces.

(B) Tipo CMR. Los cables de comunicaciones del tipo CMR para tramos verticales deben estar listados como adecuados para su instalación en una trayectoria vertical, en fosos o de un piso a otro y además como poseedores de características de resistencia al fuego con la capacidad para evitar la transmisión del fuego de un piso a otro.

> **NOTA**. Un método para determinar las características de resistencia al fuego con la capacidad para impedir la conducción de la llama de un piso a otro consiste en que los cables pasen los requisitos de prueba definido en la publicación ANSI/UL 1666-2002, Standard Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical-Fiber Cable Installed Vertically in Shafts.

(C) Tipo CMG. Los cables de comunicaciones del tipo CMG para uso general deben estar listados como adecuados para su uso en comunicaciones de uso general, excepto en tramos verticales y cámaras de distribución de aire, y además deben estar listados como resistentes a la propagación del fuego.

> **NOTA**. Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1.5 m (4 pies 11 pulgadas) cuando se le somete a la prueba de llama vertical de la CSA "Vertical Flame Test - Cables in Cable Trays", que se describe en la publicación CSA C22.2 No. 0.3-M-2001, Test Methods for Electrical Wires and Cables.

(D) Tipo CM. Los cables de comunicaciones del tipo CM deben estar listados como adecuados para su uso en comunicaciones de uso general, con excepción de tramos verticales y cámaras de distribución de aire, y además deben estar listados como resistentes a la propagación del fuego.

> **NOTA**: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja en la prueba de bandeja vertical "UL Flame Exposure, Vertical Tray Flame Test" definido en la publicación UL 1685-2000, Standard for Safety for Vertical-Tray Fire-Propagation and Smoke-Release Test for Electrical and Optical-Fiber Cables. Las mediciones de humo en el método de prueba no son aplicables.
>
> Otro método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1.5 m (4 pies 11 pulgadas) cuando se le somete a la prueba de llama vertical de la CSA "Vertical Flame Test - Cables in Cable Trays", que se describe en la publicación CSA C22.2 No. 0.3-M-2001, Test Methods for Electrical Wires and Cables.

(E) Tipo CMX. Los cables de comunicaciones de uso limitado del tipo CMX deben estar listados como adecuados para su uso en viviendas y en canalizaciones y además deben estar listados como resistentes a la propagación de las llamas.

> **NOTA**. Un método para establecer si un cable es resistente a la propagación de las llamas consiste en someterlo a la prueba de llama para cables verticales VW-1 definido en la publicación ANSI/UL 1581-2001, Reference Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords.

(F) Cables y alambres del tipo CMUC para instalación bajo tapetes. Los cables y alambres de comunicaciones del tipo CMUC para instalación bajo el tapete deben estar listados como adecuados para uso bajo tapetes y además como resistentes a la propagación de las llamas.

> **NOTA**. Un método para establecer si un cable es resistente a la propagación de las llamas consiste en someterlo a la prueba de llama para cables verticales VW-1 definido en la publicación ANSI/UL 1581-1991, Reference Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords.

(G) Cable de integridad (CI) del circuito de comunicaciones. Los cables adecuados para uso en sistemas de comunicaciones con el fin de garantizar la supervivencia de circuitos críticos durante un tiempo especificado y bajo condiciones de incendio deben estar listados como cable de integridad (CI) del circuito. Los cables identificados en las secciones 800.179(A) hasta (E) que cumplen los requisitos para integridad del circuito deben tener la clasificación adicional usando el sufijo "CI".

> **NOTA**: Un método para definir el cable de integridad (CI) del circuito es mediante el establecimiento de una resistencia nominal al fuego de 2 horas como mínimo, para el cable, al realizar la prueba de acuerdo con la norma UL 2196-1995, Standard for Tests of Fire Resistive Cables.

(H) Alambres de comunicaciones. Los alambres de comunicaciones, como los de los bastidores de distribución y los de los puentes, deben estar listados como resistentes a la propagación del fuego.

> **NOTA**: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja en la prueba de bandeja vertical "UL Flame Exposure, Vertical Flame Tray Test" definido en la publicación UL 1685-2000, Standard for Safety for Vertical-Tray Fire-Propagation and Smoke-Release Test for Electrical and Optical-Fiber Cables. Las mediciones de humo en el método de prueba no son aplicables.
>
> Otro método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1.5 m (4 pies 11 pulgadas) cuando se le somete a la prueba de llama vertical de la CSA "Vertical Flame Test - Cables in Cable Trays", que se describe en la publicación CSA C22.2 No. 0.3-M-2001, Test Methods for Electrical Wires and Cables.

(I) Cables híbridos de fuerza y de comunicaciones. Se debe permitir utilizar cables híbridos listados de fuerza y de comunicaciones cuando el cable de fuerza sea de los tipos NM o NM-B listados, que cumplan con las disposiciones del Artículo 334, y que el cable de comunicaciones sea del tipo CM listado y las chaquetas de los cables listados NM o NMB y CM sean para una tensión nominal de 600 voltios como mínimo y el cable híbrido esté listado como resistente a la propagación del fuego.

> **NOTA**: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja en la prueba de bandeja vertical "UL Flame Exposure, Vertical Flame Tray Test" definido en la publicación UL 1685-2000, Standard for Safety for Vertical-Tray Fire-Propagation and Smoke-Release Test for Electrical and Optical-Fiber Cables. Las mediciones de humo en el método de prueba no son aplicables.

Otro método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1.5 m (4 pies 11 pulgadas) cuando se le somete a la prueba de llama vertical de la CSA "Vertical Flame Test - Cables in Cable Trays", que se describe en la publicación CSA C22.2 No. 0.3-M-2001, Test Methods for Electrical Wires and Cables.

800.182 Canalizaciones para comunicaciones. Las canalizaciones para comunicaciones deben estar listadas de acuerdo con las secciones 800.182 (A) hasta (C).

(A) Canalizaciones para comunicaciones y para cámaras de distribución de aire. Las canalizaciones para comunicaciones y para cámaras de distribución de aire listadas como canalizaciones para fibra óptica y para cámaras de distribución de aire, se permitirán para uso en ductos, cámaras de distribución de aire y otros espacios usados para aire ambiental y también se deben listar como poseedoras de características adecuadas de resistencia al fuego y de baja producción de humo.

NOTA. Un método para determinar si la canalización para fibra óptica es una canalización de baja producción de humo y resistente al fuego consiste en que la canalización muestre una densidad óptica de pico máximo de 0.5 o menos, una densidad óptica promedio de 0.15 o menos, y una distancia máxima de propagación de la llama de 1.52 m (5 pies) o menos cuando se somete a la prueba de cámara de distribución de aire, según la publicación UL 2024, Standard for Optical Fiber Cable Raceway.

(B) Canalizaciones para comunicaciones y para tramos verticales. Las canalizaciones para comunicaciones y para tramos verticales deben estar listadas como poseedoras de características de resistencia al fuego adecuadas para evitar la transmisión del fuego de un piso a otro.

NOTA: Un método para definir las características de resistencia al fuego con capacidad para evitar la transmisión del fuego de un piso a otro consiste en que la canalización apruebe todos los requisitos de la prueba para propagación de la llama (tramo vertical) definido en la publicación UL 2024, Standard for Optical Fiber Cable Raceway.

(C) Canalizaciones para comunicaciones y para uso general. Las canalizaciones para comunicaciones y para uso general deben estar listadas como resistentes a la propagación del fuego.

NOTA: Un método para definir la resistencia a la propagación del fuego consiste en que la canalización pase los requisitos de la prueba de llama en bandeja vertical (uso general) definido en la publicación UL 2024, Standard for Optical Fiber Cable Raceway.

ARTÍCULO 810
Equipos de radio y televisión

I. Generalidades

810.1 Alcance. Este artículo trata sobre los sistemas de antenas para equipos de recepción de radio y televisión, equipos de transmisión y recepción de radioaficionados, y algunas características de seguridad del transmisor. Este artículo trata sobre antenas tales como las multielementos, de varilla vertical y parabólicas, y también comprende el alambrado y cableado que las conecta a los equipos, pero no incluye los equipos y antenas usados para acoplar la corriente portadora a los conductores de la línea de fuerza.

810.2 Definiciones. Para las definiciones que se aplican a este artículo, véase el Artículo 100.

810.3 Otros Artículos. El alambrado desde la fuente de alimentación hasta los dispositivos conectados al sistema de alambrado interior y entre dichos dispositivos, debe cumplir lo establecido en los Capítulos 1 a 4 de este Código, excepto lo modificado en las Partes I y II del Artículo 640. El alambrado de los equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio debe cumplir lo establecido en el Artículo 640. Los cables coaxiales que conectan las antenas a los equipos, deben cumplir lo establecido en el Artículo 820.

810.4 Antenas comunales de televisión. Las antenas comunales de televisión deben cumplir lo establecido en este artículo. Los sistemas de distribución deben cumplir lo establecido en el Artículo 820.

810.5 Supresores de ruido de radio. Los dispositivos que eliminan las interferencias de radio, los condensadores para interferencias o los supresores de ruidos conectados a las puntas de conductores de la fuente de alimentación, deben ser de un tipo listado y no deben estar expuestos a daños físicos.

II. Equipos receptores y sistemas de antenas

810.11 Materiales. Las antenas y los conductores de entrada de antena deben ser de cobre estirado en frío, bronce, aleación de aluminio, acero recubierto de cobre u otro material de alta rigidez física y resistente a la corrosión.

> *Excepción: Se permitirá usar alambre de cobre recocido o semi-rrecocido para los conductores de entrada de antena cuando el vano máximo entre sus puntos de soporte sea menor a 11 m (35 pies).*

810.12 Soportes. Las antenas exteriores y sus conductores de entrada deben estar soportados firmemente. Ni las antenas ni los conductores de entrada se deben sujetar a los mástiles de la acometida eléctrica, ni en postes o estructuras similares que porten alambres de alumbrado o fuerza a la vista, o alambres para troles de más de 250 voltios entre conductores. Los aisladores que soportan los conductores de las antenas deben tener suficiente resistencia mecánica para este fin. Los conductores de entrada deben estar sujetos firmemente a las antenas.

810.13 Prevención del contacto con los conductores de otros sistemas. Las antenas exteriores y los conductores de entrada desde una antena hasta un edificio no deben cruzar sobre

conductores a la vista de circuitos de alumbrado o de fuerza y deben mantenerse a una distancia suficiente de dichos circuitos, con el fin de evitar posibles contactos accidentales. Cuando no se pueda evitar la proximidad a los conductores de alumbrado o de acometida de instalaciones de menos de 250 voltios entre conductores, se deben instalar a una distancia no inferior a 600 mm (2 pies).
Cuando sea posible, los conductores de la antena se deben instalar de modo que no crucen por debajo de otros conductores a la vista de alumbrado o de fuerza.

810.14 Empalmes. Los empalmes y uniones en los vanos de la antena deben ser hechos seguros mecánicamente, mediante dispositivos de empalme aprobados o mediante otro medio que no debilite de manera apreciable los conductores.

810.15 Puesta a tierra. Los mástiles y estructuras metálicas que sostienen las antenas deben estar puestos a tierra de acuerdo con la sección 810.21.

810.16 Calibre de los alambres de la antena en una estación receptora.

(A) Calibre de los conductores de la antena. Los conductores de antenas exteriores para estaciones receptoras deben ser de un calibre no inferior a los que se dan en la Tabla 810.16(A).

Tabla 810.16 (A). Calibre de los conductores de antenas exteriores para estaciones receptoras

Material	Calibre mínimo de los conductores (AWG) cuando la máxima apertura del vano es		
	Menos de 11 m (35 pies)	De 11 m a 45 m (35 pies a 150 pies)	Más de 45 m (150 pies)
Aleación de aluminio o cobre estirado en frío	19	14	12
Acero recubierto de cobre, bronce u otro material de alta resistencia mecánica	20	17	14

(B) Antenas autosostenidas. Las antenas exteriores, tales como las de varillas verticales, las parabólicas o de estructura bipolar, deben ser de materiales resistentes a la corrosión y de una resistencia adecuada para soportar las condiciones de carga del viento y del hielo. Deben instalarse lejos de conductores aéreos de circuitos de alumbrado y de fuerza de más de 150 voltios a tierra, de modo que se evite la posibilidad de que la antena o la estructura caigan sobre dichos circuitos o entren en contacto accidental con ellos.

810.17 Calibre de los conductores de entrada en una estación receptora. Los conductores de entrada entre las antenas exteriores y las estaciones receptoras deben ser, para diferentes longitudes de apertura máxima del vano, de calibre tal que ofrezcan una resistencia a la tensión mecánica por lo menos igual a la de los conductores para antenas como se especifica en la sección 810.16. Cuando el conductor de entrada consiste en dos o más conductores que están trenzados entre sí, están bajo el mismo forro o son concéntricos, el calibre de los conductores debe ser tal que, para diferentes longitudes de apertura máxima del vano, la resistencia a la tensión mecánica de la combinación sea por lo menos igual a la de los conductores para las antenas tal como se especifica en la sección 810.16.

810.18 Distancias - estaciones receptoras.

(A) Fuera de los edificios. Los conductores de entrada sujetos a los edificios deben estar instalados de modo que no oscilen a menos de 600 mm (2 pies) de los conductores de circuitos eléctricos de 250 voltios o menos entre conductores, o a 3.0 m (10 pies) de los conductores de circuitos de más de 250 voltios entre conductores, excepto que en el caso de los circuitos de máximo 150 voltios entre conductores, cuando todos los conductores involucrados estén soportados de modo que se asegure una separación permanente, se permitirá reducir esta distancia, pero no a menos de 100 mm (4 pulgadas). La distancia entre los conductores de entrada de la antena y cualquier conductor que forme parte de un sistema de protección contra descargas atmosféricas no debe ser inferior a 1.8 m (6 pies). Los conductores subterráneos deben estar separados un mínimo de 300 mm (12 pulgadas) de los conductores de cualquier circuito de alumbrado o de fuerza o de circuitos de Clase 1.

Excepción: Cuando los conductores de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de entrada de antena, estén instalados en canalizaciones o en cable con armadura metálica.

NOTA No. 1: Véase la sección 250.60 con respecto al uso de terminales aéreas. Para información adicional, véase la publicación NFPA 780-2008, Standard for the Installation of lightning Protection Systems, la cual contiene información detallada sobre puesta a tierra, unión y separación del sistema de protección contra descargas atmosféricas.

NOTA No. 2: Es posible que las canalizaciones metálicas, los gabinetes, los bastidores y otras partes metálicas no portadores de corriente de equipos eléctricos instalados en un edificio equipado con un sistema de protección contra descargas atmosféricas requieran de una unión o de separación de los conductores de protección contra descargas atmosféricas, de acuerdo con la publicación NFPA 780-2008, Standard for the Installation of lightning Protection Systems. Por lo general, la separación de los conductores de protección contra descargas atmosféricas es de 1.8 m (6 pies) a través del aire o de 900 mm (3 pies) a través de materiales densos como concreto, ladrillo o madera.

(B) Antenas y cables de entrada en interiores. Las antenas interiores y los conductores de entrada interiores no deben estar a menos de 50 mm (2 pulgadas) de los conductores de otros sistemas de alambrado de los inmuebles.

Excepción No. 1: Cuando los otros conductores estén en canalizaciones metálicas o en un cable con armadura metálica.

Excepción No.2: Cuando estén separados permanentemente de los otros conductores por un material no conductor continuo y fijo firmemente, tales como tubos de porcelana o tubería flexible.

(C) En cajas u otros gabinetes. Se permitirá que las antenas y los conductores de entrada interiores ocupen la misma caja o gabinete con conductores de otros sistemas de alambrado, siempre que estén separados de ellos por una barrera eficaz y permanente.

810.19 Circuitos de alimentación utilizados en lugar de antenas en estaciones receptoras. Cuando en lugar de la antena se utilice un circuito de alimentación eléctrica, el dispositivo de conexión

del equipo de recepción de radio al circuito de alimentación debe estar listado.

810.20 Unidades para descarga de la antena en estaciones receptoras.

(A) Cuándo se exigen. Todos los conductores de entrada desde una antena exterior deben estar provistos de una unidad listada para descarga de la antena.

> *Excepción: Cuando los conductores de entrada estén encerrados dentro de un blindaje metálico continuo que esté puesto a tierra con un conductor de acuerdo con la sección 810.21 o protegidos por una unidad para descarga de la antena.*

(B) Ubicación. Las unidades para descarga de la antena deben estar situados fuera del edificio, o dentro de éste, entre el punto de entrada del conductor de entrada y el receptor de radio o los transformadores, y lo más cerca posible a la entrada de los conductores al edificio. Las unidades para descarga de la antena no debe instalarse cerca de materiales combustibles ni en lugares (clasificados como) peligrosos como se define en el Artículo 500.

(C) Puesta a tierra. La unidad para descarga de la antena debe estar puesto a tierra de acuerdo con la sección 810.21.

810.21 Conductores de puesta a tierra en estaciones receptoras. Los conductores de puesta a tierra deben cumplir lo establecido en las secciones 810.21 (A) hasta (K).

(A) Material. El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre, aluminio, acero recubierto de cobre, bronce u otro material similar resistente a la corrosión. No se deben usar conductores de puesta a tierra de aluminio o de aluminio recubierto de cobre cuando estén en contacto directo con construcciones de mampostería, con la tierra o expuestos a condiciones corrosivas. Cuando se utilicen en exteriores, los conductores de aluminio o de aluminio recubierto de cobre no se deben instalar a una distancia menor de 450 mm (18 pulgadas) de la tierra.

(B) Aislamiento. No se exigirá aislamiento en los conductores de puesta a tierra.

(C) Soportes. Los conductores de puesta a tierra se deben fijar firmemente en su lugar y se permitirá sujetarlos directamente sobre la superficie de alambrado sin necesidad de utilizar soportes aislantes.

> *Excepción: Cuando no se pueda proporcionar el soporte adecuado, se debe aumentar proporcionalmente el calibre de los conductores de puesta a tierra.*

(D) Protección mecánica. Cuando estén expuestos a daños físicos, los conductores de puesta a tierra se deben proteger. Cuando se instale un conductor de puesta a tierra en una canalización metálica, los dos extremos de la canalización se deben unir al conductor de puesta a tierra o al mismo terminal o electrodo al que vaya conectado el conductor de puesta a tierra.

(E) Tendido en línea recta. El conductor de puesta a tierra para un mástil de antena o para un dispositivo para descarga de la antena, se debe tender en la forma más recta posible desde el mástil o la unidad de descarga hasta el electrodo de puesta a tierra.

(F) Electrodo. El conductor de puesta a tierra se debe conectar tal como se exige en las secciones

(F) (1) hasta (F) (3).

(**1**) En edificios o estructuras con una terminación de unión intersistemas. Si el edificio o estructura alimentada tiene una terminación de unión intersistemas, el conductor de puesta a tierra debe estar conectado a dicha terminación.

(**2**) En edificios o estructuras con medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminación de unión intersistemas, el conductor de puesta a tierra se debe conectar al lugar accesible más cercano de los siguientes elementos:

(1) El sistemas del electrodo de puesta a tierra del edificio o estructura, tal como se indica en la sección 250.50.
(2) El sistema de tubería metálica de agua interior puesta a tierra, a una distancia no mayor de 1.52 m (5 pies) desde su punto de entrada al edificio, tal como se indica la sección 250.52.
(3) El medio accesible de la acometida de fuerza externo al edificio, tal como se indica la sección 250.94.
(4) La canalización metálica de la acometida de fuerza. (5) El gabinete del equipo de acometida.
(6) El conductor del electrodo de puesta a tierra o el gabinete metálico del conductor del electrodo de puesta a tierra.

Un dispositivo de unión proyectado para proporcionar un punto de terminación para el conductor de puesta a tierra (unión intersistemas) no debe interferir con la apertura del gabinete del equipo. Un dispositivo de unión se debe montar en las partes no removibles, y no se debe montar en una puerta o una tapa aunque éstas no sean removibles.

(**3**) En edificios o estructuras sin terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra, tal como se describe la sección 810.21 (F) (1).

(1) A cualquiera de los electrodos individuales descritos en la sección 250.52, o
(2) Si el edificio o estructura alimentada no tiene medios de puesta a tierra, tal como se describe en las secciones 810.21 (F) (1) o (F) (2), a una estructura metálica puesta a tierra eficazmente.

(G) Dentro o fuera del edificio. Se permitirá que el conductor de puesta a tierra esté tendido por dentro o por fuera del edificio.

(H) Calibre. El conductor de puesta a tierra no debe tener un calibre inferior al 10 AWG si es de cobre, al 8 AWG si es de aluminio o al 17 AWG si es de acero recubierto de cobre o bronce.

(I) Tierra común. Se permitirá utilizar un solo conductor de puesta a tierra tanto como medio de protección como para propósitos de funcionamiento.

(J) Unión de los electrodos. Cuando se usan electrodos separados, se debe conectar un puente de unión de cobre de calibre no inferior al 6 AWG, o equivalente, entre el electrodo de puesta a tierra de los equipos de radio y televisión y el sistema de electrodos de puesta a tierra de la alimentación, en el edificio o estructura alimentadas.

(K) Conexión a los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir con

la sección 250.70.

III. Sistemas de antena de estaciones para transmisión y recepción de radioaficionados

810.51 Otras secciones. Además de cumplir lo establecido en esta Parte III, los sistemas de antena de estaciones de transmisión y recepción de radioaficionados deben cumplir también lo establecido en las secciones 810.11 a 810.15.

810.52 Calibre de los conductores de la antena. Los conductores de la antena de las estaciones de transmisión y recepción deben tener un calibre no inferior al presentado en la Tabla 810.52.

Tabla 810.52. Calibres de los conductores de las antenas exteriores de estaciones de radioaficionados

Material	Calibre mínimo de los conductores (AWG) cuando la máxima apertura del vano es	
	Menor de 45 m (150 pies)	Más de 45 m (150 pies)
Cobre estirado en frío	14	10
Acero recubierto de cobre, bronce u otro material de alta resistencia mecánica	14	12

810.53 Calibre de los conductores de entrada. Los conductores de entrada para las estaciones de transmisión deben ser, para diferentes longitudes máximas de vanos, de calibre como mínimo igual al de los conductores para las antenas especificadas en la sección 810.52.

810.54 Distancia en el edificio. Los conductores de antenas para estaciones de transmisión que estén unidos a los edificios, deben estar montados firmemente, dejando una distancia mínima de 75 mm (3 pulgadas) hasta la superficie del edificio y en soportes aislantes no absorbentes, como ménsulas o espigas tratadas, y equipados con aisladores con una distancia de línea de fuga y una distancia de separación de aire no inferiores a 75 mm (3 pulgadas). Los conductores de entrada sujetos al edificio deben cumplir también estos requisitos.

Excepción: No se exigirá que se cumplan estos requisitos cuando los conductores de entrada estén encerrados en un blindaje metálico continuo que esté puesto a tierra con un conductor de acuerdo con la sección 810.58. El blindaje metálico continuo que está puesto a tierra se permitirá utilizarlo como un conductor.

810.55 Entrada al edificio. Excepto si están protegidos por un blindaje metálico continuo que esté puesto a tierra con un conductor de acuerdo con la sección 810.58, los conductores de entrada de la antena para las estaciones de transmisión deben entrar a los edificios por uno de los siguientes métodos:

(1) A través de un tubo o adaptadors rígido, aislante, no combustible y no absorbente.

(2) A través de una abertura hecha para ese fin, en la que los conductores estén asegurados firmemente, dejando una distancia de por lo menos 50 mm (2 pulgadas).

(3) A través de una perforación en el cristal de una ventana.

810.56 Protección contra contactos accidentales. Los conductores de entrada a los transmisores de radio deben estar ubicados o instalados de modo que resulte difícil que se produzca un contacto accidental con ellos.

810.57 Dispositivos para descarga de la antena en estaciones de transmisión. Cada conductor de una entrada para antenas exteriores debe estar equipado con un dispositivo para descarga de la antena u otro medio adecuado para drenar las cargas estáticas desde el sistema de la antena.

Excepción No. 1: Cuando los conductores de entrada estén protegidos por un blindaje metálico continuo que esté puesto a tierra con un conductor de acuerdo con la sección 810.58, no se exigirá un dispositivo de descarga de la antena ni otro medio adecuado.

Excepción No.2: Cuando la antena esté puesta a tierra con un conductor de acuerdo con la sección 810.58, no se exigirá un dispositivo de descarga de la antena ni otro medio adecuado.

810.58 Conductores de puesta a tierra en estaciones transmisoras y receptoras de radioaficionados. Los conductores de puesta a tierra deben cumplir lo establecido en las secciones 810.58 (A) hasta (C).

(A) Otras secciones. Todos los conductores de puesta a tierra para las estaciones de transmisión y recepción de radioaficionados deben cumplir lo establecido en las secciones 810.21 (A) hasta (K).

(B) Calibre del conductor de puesta a tierra para protección. El conductor de puesta a tierra de protección para las estaciones de transmisión debe tener un calibre como mínimo igual al de la entrada de la antena, pero en ningún caso inferior al 10 AWG, de cobre, bronce o acero recubierto de cobre.

(C) Calibre del conductor de puesta a tierra para funcionamiento. El conductor de puesta a tierra necesario para el funcionamiento de las estaciones transmisoras debe tener un calibre no inferior al 14 AWG de cobre o su equivalente.

IV. Instalaciones interiores de estaciones de transmisión

810.70 Separación de otros conductores. Todos los conductores dentro del edificio deben estar separados 100 mm (4 pulgadas) como mínimo, de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza o de señalización.

Excepción No. 1: Lo que establece el Artículo 640. Excepción No.2: Cuando estén separados de otros conductores por canalizaciones u otro material no conductor fijo firmemente, tales como tubos de porcelana o tubería flexible.

810.71 Generalidades. Los transmisores deben cumplir con lo establecido en las secciones 810.71 (A) hasta (C).

(A) Encerramiento. El transmisor debe estar encerrado en una carcasa o rejilla metálica, o separado del espacio de funcionamiento por una barrera u otro medio equivalente, cuyas partes metálicas estén conectadas eficazmente a un conductor de puesta a tierra.

(B) Puesta a tierra de los controles. Todas las manijas metálicas y controles externos accesibles al personal de operación deben estar conectadas eficazmente a un conductor de puesta a tierra de equipos, si el transmisor es alimentado por el sistema de alambrado del inmueble o puestas a tierra con un conductor de acuerdo con la sección 810.21.

(C) Enclavamiento de las puertas. Todas las puertas de acceso deben tener enclavamientos que desconecten todas las tensiones de más de 350 voltios entre conductores cuando se abra cualquier puerta de acceso.

ARTÍCULO 820
Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión

NOTA: Las reglas que están seguidas de una referencia entre corchetes contienen texto que ha sido tomado de la publicación NFPA 90A-2002, Standard for the Installation of Air-Conditioning and Ventilating Systems. Sólo se hicieron cambios editoriales al texto tomado para hacerlo consistente con este Código.

I. Generalidades

820.1 Alcance. Este artículo trata sobre la distribución por cable coaxial, de señales de radiofrecuencia empleadas típicamente en sistemas de antenas comunales de televisión (CATV).

820.2. Definiciones. Véase el Artículo 100. Para los propósitos de este artículo, se aplican además las siguientes definiciones.

Cable coaxial. Ensamble cilíndrico compuesto por un conductor centrado dentro de un tubo o una pantalla metálicos, separado por un material dieléctrico y, por lo general, cubierto por una chaqueta aislante.

Cable coaxial abandonado. Cable coaxial instalado que no termina en un equipo que no sea un conector coaxial, y no identificado para su uso futuro con una etiqueta.

NOTA: Véase al Artículo 100 con respecto a la definición de equipo.

Ducto de aire. Tubería o corredor para conducir el aire hacia o desde los equipos de calefacción, refrigeración, aire acondicionado o ventilación, pero no se incluyen las cámaras de distribución de aire. [90A:3.3.5]

Expuesto (al contacto accidental). Circuito que se encuentra en una posición tal, que en caso de falla de los soportes y/o del aislamiento, puede dar como resultado el contacto con otro circuito.

NOTA: Véase el Artículo 100, con respecto a otras dos definiciones de Expuesto.

Inmuebles. El terreno y los edificios de un usuario, localizados en el lado del usuario del punto de demarcación de la red entre la empresa de servicios y el usuario.

Punto de entrada. Punto dentro de un edificio por donde el cable coaxial emerge de un muro exterior, de una placa de concreto en el piso o de un conduit metálico rígido (tipo RMC) o un conduit metálico intermedio (tipo IMC) conectados por un conductor de puesta a tierra a un electrodo, de acuerdo con la sección 820.100 (B).

820.3 Otros Artículos. Los circuitos y los equipos deben cumplir con las secciones 820.3(A) hasta (G).

(A) Lugares (clasificados como) peligrosos. Los equipos de CATV instalados en un lugar que está clasificado de acuerdo con la sección 500.5, deben cumplir con los requisitos aplicables del Capítulo 5.

(B) Ductos, cámaras de distribución de aire y otros espacios de ventilación. Se debe aplicar la sección 300.22, cuando se instalan en ductos, cámaras de distribución de aire u otros espacios usados para aire ambiental.

Excepción: Lo permitido en la sección 820.154 (A).

(C) Instalación y uso. Se debe aplicar la sección 110.3.

(D) Instalaciones de cables de fibra óptica, conductores y no conductores. Se debe aplicar el Artículo 770.

(E) Circuitos de comunicaciones. Se debe aplicar el Artículo 800.

(F) Sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. Se debe aplicar el Artículo 830.

(G) Métodos de alambrado alternativos. Se permitirá reemplazar los métodos de alambrado del Artículo 830 por los del Artículo 820.

NOTA: El uso de los métodos de alambrado del Artículo 830 facilitará la actualización de las instalaciones del Artículo 820 a aplicaciones de banda ancha energizadas por una red.

820.15 Limitación de potencia. Se permitirá que el cable coaxial alimente al equipo que está asociado directamente con el sistema de distribución de radiofrecuencia, si la tensión no es superior a 60 voltios y si la corriente es suministrada por un transformador u otro dispositivo que posea características de limitación de potencia.

La potencia se debe bloquear desde los dispositivos del inmueble en la red que no están proyectados para ser alimentados a través de un cable coaxial.

820.21 Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos no debe estar obstruido por cables coaxiales acumulados que impidan quitar los paneles, incluso los paneles de cielos rasos suspendidos.

820.24 Ejecución mecánica del trabajo. Los sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión se deben instalar de manera ordenada y profesional. Los cables coaxiales instalados expuestos en la superficie de cielos rasos y paredes laterales se deben soportar por la estructura del edificio de modo que los cables no se dañen por el uso normal del edificio. Estos cables se deben asegurar con accesorios de fijación incluyendo correas, grapas, ganchos, amarres para cable o accesorios similares diseñados e instalados de modo que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con las secciones 300.4 (D) y 300.11.

NOTA: Las prácticas industriales aceptadas se describen en las publicaciones ANSI/NECA/BICSI 568-2006, Standard for Installing Comercial Building Telecommunications Cabling; ANSI/TIA/EIA-568-B.1-2004 - Part 1, General Requirements Commercial Building Telecommunications Cabling Standard; ANSI/TIA-569-B-2004, Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces; ANSI/TIA-570-B, Residential Telecommunications

Infrastructure, u otras normas de instalación aprobadas por ANSI.

820.25 Cables abandonados. Se debe retirar la parte accesible de los cables de comunicaciones abandonados. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, dicha etiqueta debe tener durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

820.26 Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las instalaciones de cables coaxiales y de canalizaciones para CATV en espacios huecos, fosos verticales o conductos de ventilación y circulación de aire se deben hacer de manera tal que no se incremente significativamente la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas alrededor de las penetraciones de los cables coaxiales y de las canalizaciones para CATV a través de paredes, divisiones, pisos o cielos rasos con clasificación de resistencia nominal al fuego deben tener cortafuegos que utilicen métodos aprobados para mantener la resistencia nominal al fuego.

NOTA: Los directorios de materiales eléctricos para la construcción publicados por laboratorios de prueba calificados contienen muchas restricciones de listado de la instalación, necesarias para mantener la clasificación de resistencia nominal al fuego de los ensambles cuando se hacen penetraciones o aberturas. Los códigos de construcción también contienen restricciones sobre las penetraciones de las membranas en los lados opuestos de un ensamble para pared con clasificación de resistencia nominal al fuego. Un ejemplo es la separación horizontal mínima de 600 mm (24 pulgadas) que generalmente se aplica entre las cajas instaladas en los lados opuestos de la pared. En los códigos de edificio, directorios de resistencia al fuego y listados de producto se puede encontrar ayudas para cumplir con lo especificado en la sección 820.26.

II. Cables coaxiales exteriores y que entran a los edificios

820.44 Cables coaxiales aéreos. Los cables coaxiales, antes del punto de puesta a tierra, como se define en la sección 820.93, deben cumplir lo establecido en las secciones 820.44 (A) hasta (F).

(A) En postes. Cuando sea posible, los conductores sostenidos en postes deben estar situados debajo de los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, y no se deben sujetar a crucetas en las que se apoyen los conductores de alumbrado o fuerza.

(B) Distancia de los conductores de entrada. Los cables coaxiales de entrada o aéreos desde un poste u otro soporte, incluido el punto de fijación inicial a un edificio o estructura, se deben mantener alejados de los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, para evitar cualquier posibilidad de contacto accidental.

Excepción: Cuando no se pueda evitar la proximidad a los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, la instalación debe ser tal, que deje una distancia no inferior a 300 mm (12 pulgadas) desde bajadas de acometida de los

circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada. La condición de la distancia se debe aplicar a todos los puntos a lo largo del tramo descendente, y se debe incrementar a 1.02 m (40 pulgadas) en el poste.

(C) En mástiles. Se permitirá sostener los cables coaxiales aéreos en un mástil de canalización situado encima del techo, que no encierre ni soporte conductores de circuitos de alumbrado o de fuerza.

(D) Sobre los techos. Los cables coaxiales deben estar a una distancia vertical no inferior a 2.5 m (8 pies) de todos los puntos del techo sobre el que pasen.

Excepción No. 1: Edificios auxiliares, como garajes y similares.

Excepción No. 2: Se permitirá reducir la anterior distancia a no menos de 450 mm (18 pulgadas), solamente en la parte que sobresalga del techo, si (1) máximo 1.2 m (4 pies) de los conductores de la bajada de acometida de comunicaciones que pasan sobre la parte saliente del techo y (2) terminan en un mástil de canalización u otro soporte aprobado.

Excepción No. 3: Cuando el techo tenga una pendiente no inferior a 100 mm (4 pulgadas) por cada 300 mm (12 pulgadas), se permitirá reducir la distancia a no menos de 900 mm (3 pies).

(E) Entre edificios. Los cables coaxiales que vayan de un edificio a otro, así como sus soportes y accesorios de fijación, deben ser aceptables para ese propósito y deben tener una suficiente resistencia mecánica para soportar las cargas a las que puedan verse sometidos.

Excepción: Cuando un cable coaxial no tenga suficiente resistencia mecánica para ser autosustentado, se debe sujetar a un cable mensajero que, junto con sus soportes o accesorios de fijación, sea aceptable para ese fin y tenga una resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas a las que pueda verse sometido.

(F) Sobre edificios. Cuando se fijen a edificios, los cables coaxiales se deben sujetar firmemente de modo que estén separados de otros conductores, como se indica en las secciones 820.44 (F) (1), (F) (2) y (F) (3).

(**1**) Alumbrado o fuerza. El cable coaxial debe estar a una distancia mínima de 100 mm (4 pulgadas) de los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, fuerza, de Clase 1 o de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada que no estén instalados en una canalización o cable, o debe estar separado permanentemente de los conductores de otros sistemas por una barrera continua de material no conductor y fija firmemente, además del aislamiento de los alambres.

(**2**) Otros sistemas de comunicaciones. Los cables coaxiales se deben instalar de modo que no interfieran innecesariamente con el mantenimiento de sistemas separados. En ningún caso los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de un sistema deben causar abrasión en los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de cualquier otro sistema.

(**3**) Conductores para las descargas atmosféricas. Siempre que sea posible se debe mantener una

distancia mínima de 1.8 m (6 pies) entre cualquier cable coaxial y los conductores para las descargas atmosféricas.

> **NOTA**: Para información adicional con respecto a los alambres y cables aéreos, véase la publicación ANSI C2-2007, National Electrical Safety Code, Part 2, Safety Rules for Overhead Lines.

820.47 Circuitos subterráneos que entran a los edificios. Los cables coaxiales subterráneos que entran a los edificios deben cumplir con las secciones 820.47 (A) y (B).

(A) Sistemas subterráneos con conductores de alumbrado y fuerza. Los cables coaxiales subterráneos instalados en un ducto, pedestal, gabinete de acceso manual o pozo de inspección que contengan conductores de circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza o de Clase 1, deben estar en una sección separada permanentemente de dichos conductores por una barrera adecuada.

(B) Cables y canalizaciones enterrados directamente. Los cables coaxiales enterrados directamente deben estar por lo menos a una distancia de 300 mm (12 pulgadas) de cualquier conductor de circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1.

> *Excepción No. 1: Cuando los conductores de la acometida eléctrica o los cables coaxiales estén instalados en canalizaciones o tengan armadura metálica para cable.*
>
> *Excepción No. 2: Cuando los conductores de los circuitos ramales de alumbrado o fuerza, o los conductores del alimentador, o los conductores de circuitos de Clase 1 estén instalados en una canalización o en cables con recubrimiento metálico, blindados o sean cables de los tipos UF o USE; o que los cables coaxiales tengan armadura metálica o estén instalados en una canalización.*

820.48 Cables no listados que entran en los edificios. Se permitirá instalar cables coaxiales no listados en el exterior de la planta en lugares como los descritos en la sección 820.154 (D), cuando la longitud del cable dentro del edificio, medida desde su punto de entrada, no supere los 15 m (50 pies) y el cable entre en el edificio desde el exterior y termine en un bloque de puesta a tierra.

III. Protección

820.93 Puesta a tierra del blindaje conductor externo de los cables coaxiales. Los cables coaxiales que entran a los edificios o se fijan a ellos deben cumplir con las secciones 820.93 (A) o (B). Cuando el blindaje conductor externo de un cable coaxial esté puesta a tierra, no se exigirá ningún otro dispositivo de protección. Para los propósitos de esta sección, se debe considerar que la puesta a tierra ubicada en el equipo de acometida de las casas móviles situado máximo a 9.0 m (30 pies) de la pared exterior de la casa móvil a la que alimenta, o en el medio de desconexión puesto a tierra de la casa móvil, de acuerdo con la sección 250.32 y ubicado máximo a 9.0 m (30 pies) de la pared exterior de la casa móvil a la que alimenta, cumplen los requisitos de esta sección.

> **NOTA**: Si se elige un lugar de puesta a tierra de modo que el conductor de puesta a tierra sea lo más corto posible, ayudan a limitar las diferencias de potencial entre el sistema de CATV y otros sistemas metálicos.

(A) Entrada a los edificios. En las instalaciones en las que el cable coaxial entra al edificio, el blindaje conductor externo debe estar puesta a tierra de acuerdo con la sección 820.100. La puesta a tierra debe estar lo más cerca que sea posible al punto de entrada.

(B) Terminación fuera del edificio. En las instalaciones en las que el cable coaxial termina fuera del edificio, el blindaje conductor externo debe estar puesto a tierra de acuerdo con la sección 820.100. La puesta a tierra debe estar lo más cerca que sea posible al punto de fijación o de terminación.

(C) Ubicación. Cuando se instala, el protector primario listado se debe aplicar en cada uno de los cables de distribución de antenas comunales de radio y televisión (CATV) externos al inmueble. El protector primario listado debe ubicarse lo más cerca que sea factible al punto de entrada del cable en cualquiera de los lados o ser integral con el bloque a tierra.

(D) Lugares (clasificados como) peligrosos. Cuando se usa un protector primario o un equipo que brinde la función de protección primaria, éste no se debe ubicar en ningún lugar (clasificado como) peligroso, como se define en la sección 500.5 ni en la cercanía de material fácilmente inflamable.

Excepción: Lo permitido en las secciones 501.150, 502.150 y 503.150.

IV. Métodos de puesta a tierra

820.100 Puesta a tierra del cable. El blindaje del cable coaxial debe estar puesto a tierra tal como se indica en las secciones 820.100 (A) hasta (D).

(A) Conductor de puesta a tierra.

(1) Aislamiento. El conductor de puesta a tierra debe estar aislado y listado.

(2) Material. El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material conductor resistente a la corrosión, sólido o trenzado.

(3) Calibre. El conductor de puesta a tierra no debe ser de un calibre inferior al 14 AWG, y su capacidad de conducción de corriente debe ser aproximadamente igual a la del conductor exterior del cable coaxial. No se exigirá que el conductor de puesta a tierra sea de un calibre superior al 6 AWG.

(4) Longitud. El conductor de puesta a tierra debe ser lo más corto que sea posible. En viviendas unifamiliares y bifamiliares, el conductor de puesta a tierra debe ser lo más corto que sea posible sin exceder los 6.0 m (20 pies) de longitud.

NOTA: Limitaciones similares de la longitud del conductor de puesta a tierra aplicadas a edificios de apartamentos y edificios comerciales ayudan a reducir las tensiones que se pueden desarrollar entre los sistemas de fuerza y de comunicaciones del edificio durante eventos de descargas atmosféricas.

Excepción: En viviendas unifamiliares y bifamiliares donde no es factible lograr una longitud máxima total del conductor de puesta a tierra de 6.0 m (20 pies), se debe instalar un electrodo de puesta a tierra separado, tal como se especifica en las secciones 250.52 (A) (5), (A) (6) o (A) (7), el conductor de puesta a tierra se

debe conectar al electrodo de puesta a tierra separado de acuerdo con la sección 250.70, y el electrodo de puesta a tierra separado se debe conectar al sistema del electrodo de puesta a tierra de alimentación de acuerdo con la sección 820.100 (D).

(5) Tendido en línea recta. El conductor de puesta a tierra se debe tender hasta el electrodo de puesta a tierra siguiendo la línea más recta posible.

(6) Protección física. El conductor de puesta a tierra se debe proteger cuando está expuesto a daños físicos. Cuando el conductor de puesta a tierra esté tendido en una canalización metálica, ambos extremos de la canalización se deben unir al conductor de puesta a tierra o al mismo terminal o electrodo al que esté conectado dicho conductor.

(B) Electrodo. El conductor de puesta a tierra se debe conectar de acuerdo con las secciones 820.100 (B) (1), (B) (2) o (B) (3).

(1) En edificios o estructuras con una terminación de unión intersistemas. Si el edificio o estructura alimentada tiene una terminación de unión intersistemas, el conductor de puesta a tierra debe estar conectado a dicha terminación.

(2) En edificios o estructuras con medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminación de unión intersistemas, el conductor de puesta a tierra se debe conectar al lugar accesible más cercano de los siguientes elementos:

(1) El sistema del electrodo de puesta a tierra del edificio o estructura, tal como se indica en la sección 250.50

(2) El sistema de tubería metálica de agua interior puesta a tierra, a una distancia máxima de 1.5 m (5 pies) desde su punto de entrada en el edificio, tal como se indica la sección 250.52

(3) El medio accesible de la cometida de fuerza externo a los gabinetes, tal como se indica la sección 250.94

(4) La canalización metálica de la acometida de fuerza (5) El gabinete del equipo de acometida

(6) El conductor del electrodo de puesta a tierra o el gabinete metálico del conductor del electrodo de puesta a tierra, o

(7) El conductor de puesta a tierra o el electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura, que esté conectado a un electrodo tal como se indica en la sección 250.32.

Un dispositivo de unión proyectado para proporcionar un punto de terminación para el conductor de puesta a tierra (unión intersistemas) no debe interferir con la apertura del gabinete del equipo. Dicho dispositivo se debe montar en las partes no removibles, y no se debe montar en una puerta o una tapa aunque éstas no sean removibles.
Para los propósitos de esta sección, se deben considerar como accesibles el equipo de acometida de la casa móvil o el medio de desconexión de ésta, según se describe en la sección 820.93.

(3) En edificios o estructuras sin una terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra, tal como se describe la sección 820.100 (B) (2), el conductor de puesta a tierra se debe conectar a cualquiera de los siguientes elementos:

(1) A cualquiera de los electrodos individuales descritos en las secciones 250.52 (A) (1), (A) (2), (A) (3) o (A) (4); o,

(2) Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra, como se describe en las secciones 820.100 (B) (2) o (B) (3) (1), a cualquiera de los electrodos individuales descritos en las secciones 250.52 (A) (5), (A) (7) y (A) (8).

(C) Conexión a los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir lo establecido en la sección 250.70.

(D) Unión de los electrodos. Se debe conectar un puente de unión de calibre no inferior al 6 AWG de cobre o equivalente, entre el electrodo de puesta a tierra del sistema de antena de televisión comunal y el sistema de electrodos de puesta a tierra de la alimentación del edificio o estructura alimentada, cuando se usan electrodos separados.

Excepción: En las casas móviles, como se indica en la sección 820.106.

NOTA No. 1: Con respecto al uso de terminales aéreas (pararrayos de barra), véase la sección 250.60.

NOTA No. 2: Si se unen todos los electrodos separados, se limitarán las diferencias de potencial entre dichos electrodos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

(E) Dispositivos de protección del blindaje. Se permitirá poner a tierra el blindaje de un cable coaxial de bajada por medio de un dispositivo protector que no interrumpa el sistema de puesta a tierra dentro del inmueble.

820.103 Puesta a tierra de los equipos. Los equipos que no reciben energía y los envolventes *(enclosures)* o los equipos alimentados por el cable coaxial se deben considerar puestos a tierra cuando estén conectados al blindaje metálico de dicho cable.

820.106 Puesta a tierra y unión en las casas móviles.

(A) Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir con las secciones 820.106 (A) (1) y (A) (2).

(1) Cuando no haya un equipo de acometida para casas móviles situado máximo a 9.0 m (30 pies) de la pared exterior de la casa móvil a la que alimenta, la tierra del blindaje del cable coaxial o la tierra del pararrayos se debe conectar a un conductor de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en la sección 820.100 (B) (2).

(2) Cuando no haya un medio de desconexión de la casa móvil puesto a tierra de acuerdo con la sección 250.32 y situado máximo a 9.0 m (30 pies) de la pared exterior de la casa móvil a la que

alimenta, la tierra del blindaje del cable coaxial o la tierra del pararrayos se debe conectar a un conductor de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en la sección 820.100 (B) (2).

(B) Unión. El terminal de puesta a tierra del blindaje del cable coaxial, el terminal de puesta a tierra del pararrayos, o el electrodo de puesta a tierra, se debe conectar al chasis metálico o al terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil, con un conductor de puesta a tierra de cobre de calibre no inferior al 12 AWG, siempre que se dé alguna de las siguientes condiciones:

(1) Cuando no haya un equipo de acometida o un medio de desconexión de la casa móvil, como en 820.106 (A).

(2) Cuando la casa móvil se alimenta mediante cordón y clavija.

V. Métodos de instalación dentro de los edificios

820.110 Canalizaciones para cables coaxiales. Cuando se instala el cable coaxial en una canalización, ésta debe ser de cualquiera de los tipos permitidos en el Capítulo 3 e instalada de acuerdo con el Capítulo 3, o debe ser una canalización para CATV listada para cámaras de distribución de aire, una canalización para CATV listada para tramos verticales o una canalización para CATV listada para uso general instalada de acuerdo con la sección 820.154, y con las secciones 362.24 hasta 362.56, cuando se aplican los requisitos correspondientes a la tubería eléctrica no metálica.

Excepción: No se deben aplicar las restricciones para la ocupación del conduit.

820.113 Instalación de cables coaxiales. Los cables coaxiales instalados en los edificios deben ser listados.

Excepción: No se exigirá que los cables coaxiales que cumplan con la sección 800.48 estén listados.

820.133 Instalación de los cables coaxiales y los equipos. Más allá del punto de puesta a tierra, como se define en la sección 820.93, la instalación del cable coaxial debe cumplir con las secciones 820.133 (A) y (B).

(A) Separación de otros conductores.

(1) En canalizaciones, bandejas portacables y cajas.

(a) Otros circuitos. Se permitirá instalar cables coaxiales en la misma canalización, bandeja portacables o gabinete con cables con chaqueta de cualquiera de los tipos siguientes:

(1) Circuitos de Clase 2 y Clase 3 de control remoto, señalización y de potencia limitada, de acuerdo con el Artículo 725.

(2) Sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada, de

acuerdo con el Artículo 760.

(3) Cables de fibra óptica conductores y no conductores, de acuerdo con el Artículo 770.

(4) Circuitos de comunicaciones, de acuerdo con el Artículo 800.

(5) Circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia, de acuerdo con el Artículo 830.

(b) Circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media. El cable coaxial no se debe instalar en ninguna canalización, compartimiento, caja de salida, caja de empalme u otro gabinete con conductores de circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción No. 1: Cuando todos los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizada por una red de potencia media están separados de todos los cables coaxiales por una barrera permanente o un divisor listado.

Excepción No. 2: Los conductores del circuito de alimentación en cajas de salida, cajas de empalme o accesorios o compartimentos similares en donde estos conductores son introducidos únicamente para alimentar el equipo de distribución del sistema de cable coaxial. Los conductores de los circuitos de alimentación se deben encaminar dentro del envolvente manteniendo una separación mínima de 6 mm (0.25 pulgadas) de los cables coaxiales.

(2) Otras aplicaciones. Los cables coaxiales deben estar separados 50 mm (2 pulgadas) como mínimo de los conductores de cualquier circuito de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción No. 1: Cuando (1) todos los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están en una canalización o en cables con recubrimiento metálico, blindaje metálico, recubrimiento no metálico, o de los tipo AC o UF, o (2) todos los cables coaxiales están encerrados en una canalización.

Excepción No. 2: Cuando los cables coaxiales estén separados permanentemente de los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, por una barrera no conductora continua y fijada firmemente tal como tubos de porcelana o tuberías flexibles, además del aislamiento sobre el alambre.

(B) Soportes de los cables. Las canalizaciones sólo se deben utilizar para el propósito previsto. Los

cables coaxiales no se deben sujetar con grapas, o con cinta, ni asegurarlos por ningún otro medio al exterior de cualquier conduit o canalización, como un medio de soporte.

Excepción: Se permitirá que los vanos (aéreos) de los cables coaxiales estén sujetos al exterior de un mástil tipo canalización previsto para la sujeción y soporte de estos cables.

820.154 Aplicaciones cables y canalizaciones de CATV listados. Los cables de CATV deben cumplir los requisitos de las secciones 820.154 (A) hasta (E) o, cuando se hacen sustituciones de cables de acuerdo con la Tabla 820.154 (E).

(A) Cámaras de distribución de aire. Los cables coaxiales instalados en ductos, cámaras de distribución de aire y otros espacios usados para aire ambiental deben ser del tipo CATVP. No se permitirá la permanencia de cables abandonados. Se permitirán cables de los tipos CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados de conformidad con la sección 300.22. Se permitirá que las canalizaciones para CATV listadas para cámaras de distribución de aire se instalen en ductos y cámaras de distribución de aire como se describe en la sección 300.22 (B) y en otros espacios usados para aire ambiental, como se describe en la sección 300.22 (C). En estas canalizaciones solamente se permitirá instalar cable del tipo CATVP.

(B) Tramos verticales. Los cables coaxiales instalados en tramos verticales deben cumplir con cualquiera de los requisitos de las secciones 820.154 (B) (1) hasta (B) (3).

(**1**) Cables coaxiales en trayectorias verticales. Los cables coaxiales instalados en trayectorias verticales y que atraviesen más de un piso, o los instalados en trayectorias verticales en un foso deben ser del tipo CATVR. Las penetraciones de los pisos que requieren cables del tipo CATVR deben contener únicamente cables adecuados para su instalación en tramos verticales o en cámaras de distribución de aire. Se permitirá que las canalizaciones para CATV listadas para tramos verticales y las canalizaciones para CATV listadas para cámaras de distribución de aire se instalen en trayectorias de tramos verticales en un foso de un piso a otro. En estas canalizaciones únicamente se permitirá instalar cables de los tipos CATVR y CATVP.

(**2**) Canalizaciones metálicas o fosos a prueba de fuego. Se permitirá que los cables de los tipos CATV y CATVX estén encerrados en una canalización metálica o se ubiquen en un foso a prueba de fuego que tenga cortafuegos en cada piso.

(**3**) Viviendas unifamiliares y bifamiliares. En las viviendas unifamiliares y bifamiliares se permitirán cables de los tipos CATV y CATVX.

NOTA: Véase la sección 820.3 (A) con respecto a los requisitos de los cortafuegos para penetraciones a través de los pisos.

(C) Otros alambrados dentro de los edificios. Los cables instalados en lugares de los edificios diferentes de los lugares incluidos en las secciones 820.154 (A) y (B) deben estar de acuerdo con cualquiera de los requisitos de las secciones
820.54 (C) (1) hasta (C) (5).

(**1**) Generalidades. Se permitirá usar cable del tipo CATV. Se permitirá usar canalización para CATV listada para uso general, canalización para CATV listada para cámaras de distribución de aire y

canalización para CATV listada para tramos verticales. En estas canalizaciones para CATV sólo se permitirán instalar cables de los tipos CATV, CATVX, CATVR o CATVP.

(**2**) En canalizaciones. Se permitirán que el cable del tipo CATVX se instale en una canalización.

(**3**) Espacios no ocultos. Se permitirá instalar cable del tipo CATVX en espacios no ocultos, cuando la longitud expuesta del cable no exceda los 3 m (10 pies).

(**4**) Viviendas unifamiliares y bifamiliares. En las viviendas unifamiliares y bifamiliares se permitirá la instalación de cables del tipo CATVX de menos de 10 mm (0.375 pulgadas) de diámetro.

(**5**) Viviendas multifamiliares. En las viviendas multifamiliares se permitirá la instalación de cables del tipo CATVX de menos de 10 mm. (0.375 pulgadas) de diámetro.

(D) Bandejas portacables. Los cables instalados en bandejas portacables deben ser de los tipos CATVP, CATVR y CATV.

(E) Sustituciones de cables. Se permitirán las sustituciones y usos de los cables coaxiales de CATV enumerados en la Tabla 820.154 (E) e ilustrados en la Figura 820.154 (E).

NOTA: Los cables sustitutos en la Tabla 820.154 (E) y la Figura 820.154 (E) son cables del tipo coaxial únicamente.

Tabla 820.154 (E). Usos de los cables coaxiales y sustituciones permitidas

Tipo de cable	Sustituciones permitidas
CATVP	CMP, BLP
CATVR	CATVP, CMP, CMR, BMR, BLP, BLR
CATV	CATVP, CMP, CATVR, CMR, CMG, CM, BMR, BM, BLP, BLR, BL
CATVX	CATVP, CMP, CATVR, CMR, CATV, CMG, CM, BMR, BM, BLP, BLR, BL, BLX

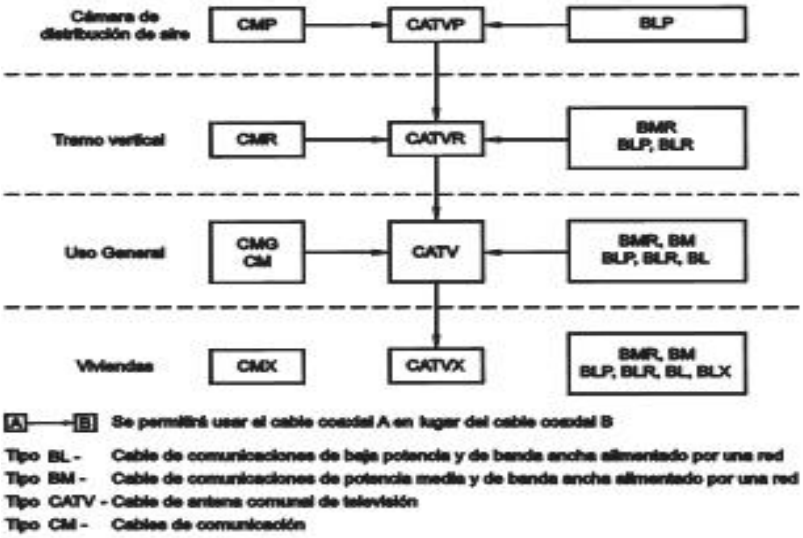


Figura 820.154 (E). Jerarquía de la sustitución de los cables

VI. Requisitos de listado

820.179 Cables coaxiales. Los cables deben estar listados de acuerdo con las secciones 820.179 (A) hasta (D) y se deben marcar según la Tabla 820.179. La tensión nominal del cable no se debe marcar en el cable.

> **NOTA**: Si se marcara la tensión en los cables, ésta se podría interpretar mal como sugiriendo que pueden ser adecuados para uso en aplicaciones de alumbrado, de fuerza y de Clase 1.
>
> *Excepción: Se permitirá que la tensión esté marcada en los cables cuando el cable tenga múltiples listados y el marcado de la tensión se exija por una o más de los listados*.

(A) Tipo CATVP. Los cables coaxiales para antenas comunales de televisión para cámaras de distribución de aire, tipo CATVP, deben estar listados como adecuados para su instalación en ductos, cámaras de distribución de aire y otros espacios usados para aire ambiental, y también deben estar listados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y baja producción de humo.

> **NOTA**. Un método para determinar si el cable tiene baja producción de humo y es resistente al fuego consiste en que el cable muestre una densidad óptica de pico máximo de 0.5 o menos, una densidad óptica promedio de 0.15 o menos y una distancia máxima de propagación de la llama de 1.52 m (5 pies) o menos cuando se somete a prueba según la publicación NFPA 262, Standard Method of Test for Flame Travel and Smoke of Wires and Cables for Use in Air-Handling Spaces.

(B) Tipo CATVR. Los cables coaxiales para antenas comunales de televisión para tramos verticales, tipo CATVR, deben estar listados como adecuados para su uso en trayectorias verticales en un foso o de un piso a otro, y también deben estar listados como poseedores de características de resistencia al fuego capaces de prevenir la transmisión de las llamas de un piso a otro.

> **NOTA**. Un método para determinar las características de resistencia al fuego del cable para prevenir la conducción de la llama de un piso a otro es que los cables pasen los requisitos de la prueba definida en la publicación ANSI/UL 1666-2002, Standard Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical-Fiber Cable Installed Vertically in Shafts.

(C) Tipo CATV. Los cables coaxiales para antenas comunales de televisión, tipo CATV, deben estar listados como adecuados para su uso con CATV de propósito general, excepto en tramos verticales y cámaras de distribución de aire, y también deben estar listados como resistentes a la propagación del fuego.

> **NOTA**: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja en la prueba de bandeja vertical "UL Flame Exposure, Vertical Tray Flame Test" definido en la publicación UL 1685-2000, Standard for Safety for Vertical-Tray Fire-

Propagation and Smoke-Release Test for Electrical and Optical-Fiber Cables. Las mediciones de humo en el método de prueba no son aplicables.

Otro método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1.5 m (4 pies 11 pulgadas) cuando se le somete a la prueba de llama vertical de la CSA "Vertical Flame Test - Cables in Cable Trays", que se describe en la publicación CSA C22.2 No. 0.3-M-2001, Test Methods for Electrical Wires and Cables.

(D) Tipo CATVX. Los cables coaxiales para antenas comunales de televisión para uso limitado, tipo CATVX, deben estar listados como adecuados para su uso en viviendas y en canalizaciones y además estar listados como resistentes a la propagación de las llamas.

NOTA. Un método para establecer si un cable es resistente a la propagación de las llamas consiste en someterlo a la prueba de llama para cables verticales VW-1 definido en la publicación ANSI/UL 1581-2001, Reference Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords.

Tabla 820.179. Marcado en los cables coaxiales

Marcado del cable	Tipo	Referencia
CATVP	Cable de CATV para cámaras de distribución de aire	820.179(A) y 820.154(A)
CATVR	Cable de CATV para tramos verticales	820.179(B) y 820.154(B)
CATV	Cable de CATV	820.179(C) y 820.154(D)
CATVX	Cable de CATV de uso limitado	820.179(D) y 820.154(D)

NOTA No. 1: Los tipos de cables están enumerados en orden descendente en cuanto a su clasificación de resistencia al fuego.

NOTA No. 2: Véanse los requisitos de listado y los usos permitidos en las secciones referenciadas.

820.182 Canalizaciones para CATV. Las canalizaciones para CATV deben estar listadas de acuerdo con las secciones 820.182 (A) hasta (C).

(A) Canalizaciones para CATV y para cámaras de distribución de aire. Las canalizaciones para CATV y para cámaras de distribución de aire deben estar listadas para su uso en otros espacios usados para aire ambiental y también se deben listar como poseedoras de características adecuadas de resistencia al fuego y de baja producción de humo.

NOTA. Un método para determinar si la canalización para fibra óptica tiene baja producción de humo y es resistente al fuego consiste en que la canalización muestre una densidad óptica de pico máximo de 0.5 o menos, una densidad óptica promedio de 0.15 o menos y una distancia máxima de propagación de la llama de 1.52 m (5 pies) o menos cuando se somete a la prueba de cámara de distribución de aire, según la publicación UL 2024, Standard for Optical Fiber Cable Raceway.

(B) Canalizaciones para CATV y para tramos verticales. Las canalizaciones para CATV y para tramos verticales deben estar listadas para su uso en tramos verticales y también se deben listar como poseedores de características de resistencia al fuego adecuadas para prevenir la transmisión del fuego de un piso a otro.

> **NOTA**: Un método para definir las características de resistencia al fuego con capacidad para evitar la transmisión del fuego de un piso a otro, consiste en que la canalización pase todos los requisitos de la prueba para propagación de la llama (tramo vertical) definido en la publicación UL 2024, Standard for Optical-Fiber Cable Raceway.

(C) Canalizaciones para CATV y para uso general. Las canalizaciones para CATV de uso general deben estar listadas como adecuadas para uso general y también deben estar listadas como resistentes a la propagación del fuego.

> **NOTA**: Un método para definir la resistencia a la propagación del fuego consiste en que la canalización pasa los requisitos de la prueba de llama en bandeja vertical (uso general) definido en la publicación UL 2024, Standard for Optical-Fiber Cable Raceway.

ARTÍCULO 830
Sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por una red

I. Generalidades

830.1 Alcance. Este artículo trata sobre los sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, que proporcionan cualquier combinación de servicios de voz, audio, vídeo, datos y servicios interactivos, a través de una unidad de interfaz de red.

> **NOTA** No. 1: Una configuración de un sistema básico típico incluye un cable de alimentación de fuerza y de señal de banda ancha a una unidad de interfaz de red que convierte la señal de banda ancha en las señales componentes. Los cables típicos son los cables coaxiales tanto con la señal de banda ancha como con la alimentación de fuerza en el conductor central, los cables metálicos compuestos con un elemento coaxial para la señal de banda ancha y un par trenzado para la alimentación de fuerza, y los cables compuestos de fibra óptica con un par de conductores para la alimentación de fuerza. Los sistemas más grandes pueden incluir también componentes de red tales como amplificadores que necesitan alimentación de fuerza por red.
>
> **NOTA** No. 2: Véase la sección 90.2 (B) (4) con respecto a las instalaciones de sistemas de comunicaciones de banda ancha que no se incluyen.

830.2 Definiciones. Véase el Artículo 100. Para los propósitos de este artículo se aplican las siguientes definiciones adicionales.

Cable abandonado de comunicaciones de banda ancha energizado por una red *(Abandoned Network-Powered Broadband Communications Cable)*. Cable para comunicaciones de banda ancha energizado por una red, instalado y que no termina en un equipo diferente de un conector, y no está identificado para su uso futuro mediante una etiqueta.

> **NOTA**: Véase el Artículo 100 con respecto a una definición de equipo.

Circuito de comunicaciones de banda ancha energizado por una red *(Network-Powered Broadband Communications Circuit*). Circuito que se extiende desde el terminal o derivación de alimentación de la empresa de comunicaciones, hasta la Unidad de Interfaz de Red (NIU) inclusive.

> **NOTA**: Un circuito de comunicaciones energizado por una red, típico y para una sola familia consta de un cable de bajada de comunicaciones o de un cable de acometida de comunicaciones y una NIU, e incluye el terminal o derivación de alimentación de la empresa de comunicaciones cuando dicho terminal o derivación no está bajo el control exclusivo de la empresa de comunicaciones.

Dispositivo de protección contra fallas *(Fault Protection Device)*. Dispositivo electrónico proyectado para la protección de las personas y que funciona bajo condiciones de falla, tales como un corto circuito o la apertura del circuito en los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, para limitar la corriente o la tensión, o ambas, de un circuito de comunicaciones de banda ancha

energizado por una red de baja potencia, y brindar una protección aceptable contra el choque eléctrico.

Expuesto (al contacto accidental) *(Exposed (to Accidental Contact)*). Circuito que está en una posición tal, que en caso de falla de los soportes o del aislamiento, se puede producir un contacto con otro circuito.

NOTA: Véase el Artículo 100 con respecto a otras dos definiciones de expuesto.

Manzana *(Block)*. Un espacio urbano o porción de una ciudad, pueblo o aldea, encerrada por calles, que incluye los callejones así encerrados, pero no las calles.

Punto de entrada *(Point of Entrance)*. Punto dentro de un edificio, en el cual el cable emerge de una pared externa, de una loza de concreto del piso, o de un conduit metálico rígido (del tipo RMC), o de un conduit metálico intermedio (del tipo IMC) conectado mediante un conductor de puesta a tierra a un electrodo, de acuerdo con la sección 830.100(B).

Unidad de Interfaz de Red *(Network Interface Unit (NIU)*). Dispositivo que convierte una señal de banda ancha en los componentes de voz, audio, vídeo, datos y señales de servicios interactivos. La NIU proporciona aislamiento entre la alimentación de la red y los circuitos de señal de los inmuebles. La NIU también puede contener protectores primarios y secundarios.

830.3 Otros Artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir lo establecido en las secciones 830.3 (A) hasta (D).

(A) En lugares (clasificados como) peligrosos. Los circuitos y equipos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, instalados en un lugar que está clasificado de acuerdo con la sección 500.5, deben cumplir los requisitos aplicables del Capítulo 5.

(B) Ductos, cámaras de distribución de aire y otros espacios de manejo de aire. Se debe aplicar la sección 300.22, cuando están instalados en ductos, cámaras de distribución de aire u otros espacios usados para aire ambiental.

Excepción: Como se permite en la sección 830.154 (A)

(C) Equipos en otros espacios para aire ambiental. Se debe aplicar la sección 300.22 (C).

(D) Circuitos de salida. Según sea adecuado para los servicios suministrados, los circuitos de salida derivados de una unidad de interfaz de red deben cumplir con los siguientes requisitos:

(1) Instalaciones de circuitos de comunicaciones, Artículo 800.

(2) Instalaciones de circuitos de distribución de antenas comunales de radio y televisión, Artículo 820.

Excepción: Cuando se suministre protección en la salida de una NIU se debe aplicar lo dispuesto en la sección 830.90 (B) (3).

(3) Instalaciones de cables de fibra óptica, Artículo 770.

(4) Instalaciones de circuitos de Clase 2 y Clase 3, Artículo 725.

(5) Instalaciones de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, Artículo 760.

830.15 Limitaciones de potencia. Los sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por una red se deben clasificar como poseedoras de fuentes de media o de baja potencia, como se especifica en las secciones 830.15 (1) o (2).

(1) Las fuentes se deben clasificar tal como se definen en la Tabla 830.15.

(2) Las fuentes de alimentación de corriente continua que excedan los 150 voltios a tierra, pero no más de 200 voltios a tierra, y con la corriente a tierra limitada a 10 mA de c.c., que cumplan con las limitaciones de corriente y potencia para las fuentes de potencia media que se indican en la Tabla 830.15, se deben clasificar como fuentes de potencia media.

> **NOTA**: Una forma para determinar la conformidad con la sección 830.15 (2) es con equipo de tecnología de la información listado, proyectado para suministrar alimentación a través de una red de telecomunicaciones que cumpla con los requisitos para circuitos RFT-V, como se define en la publicación UL 60950-21, Standard for Safety for Information Technology Equipment - Safety - Part 21: Remote Power Feeding.

Tabla 830.15. Limitaciones para sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por una red

Fuente de alimentación de la red	**Baja**	**Media**
Tensión del circuito, V_{max} (voltios)[1]	0-100	0-150
Limitación de potencia, Vamax (voltamperios)1	250	250
Limitación de corriente, $I_{max\ (amperios)1}$	$1000/V_{max}$	$1000/V_{max}$
Valor nominal de alimentación máxima (voltamperios)	100	100
Valor nominal de tensión máxima (voltios)	100	150
Protección máxima contra sobrecorriente (amperios)2	$100/V_{max}$	NA

1.) V_{max}, I_{max}, y VA_{max} se determinan con la impedancia de limitación de corriente en el circuito (no derivada), como sigue:

> Vmax - Tensión máxima del sistema, independientemente de la carga con el valor nominal de entrada aplicado.
>
> I max - Corriente máxima del sistema bajo cualquier carga no capacitiva, incluida la de cortocircuito, y con la protección contra sobrecorriente derivada, si se usa. Los límites de Imax se aplican después de 1 minuto de funcionamiento.
>
> VA_{max} - Salida máxima en Voltamperios después de 1 minuto de funcionamiento, independientemente de la carga y con la protección contra sobrecorriente derivada, si se usa.

2.) No se exigirá protección contra sobrecorriente cuando el dispositivo limitador de corriente proporciona una limitación de corriente equivalente y el dispositivo limitador de corriente no se reconecta sino hasta retirar la alimentación o la carga.

830.21 Acceso a equipos eléctricos detrás de paneles destinados a permitir el acceso. La acumulación de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red no debe impedir el acceso a los equipos, de manera que no se puedan retirar los paneles, incluso los de los cielos rasos suspendidos.

830.24 Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos y equipos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red se deben instalar de manera ordenada y profesional. Los cables instalados expuestos en la superficie de cielos rasos y paredes laterales se deben soportar por la estructura del edificio de modo que el cable no resulte dañado por el uso normal del edificio. Estos cables se deben asegurar con herrajes de fijación incluyendo correas, grapas, ganchos, amarres para cable o accesorios similares diseñados e instalados de modo que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con las secciones 300.4 (D) y 300.11.

> **NOTA**: Las prácticas industriales aceptadas se describen en las publicaciones ANSI/NECA/BICSI 568-2006, Standard for Installing Commercial Building Telecommunications Cabling; ANSI/TIA/EIA-568-B.1-2004 - Part 1, General Requirements Commercial Building Telecommunications Cabling Standard; ANSI/TIA-569-B-2004, Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces; ANSI/TIA-570-B, Residential Telecommunications Infrastructure, u otras normas de instalación aprobadas por ANSI.

830.25 Cables abandonados. Se debe retirar la parte accesible de los cables abandonados de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, dicha etiqueta debe tener durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

830.26 Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las instalaciones de los cables de banda ancha energizados por una red en espacios huecos, fosos verticales y ductos de ventilación o circulación de aire se deben hacer de manera tal que no se incremente significativamente la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas alrededor de las penetraciones de los cables de banda ancha energizados por una red a través de paredes, divisiones, pisos o cielos rasos con clasificación de resistencia nominal al fuego deben tener cortafuegos que utilicen métodos aprobados para mantener la resistencia nominal al fuego.

> **NOTA**: Los directorios de materiales eléctricos para la construcción publicados por laboratorios de prueba calificados contienen muchas restricciones de listado de la instalación, necesarias para mantener la clasificación de resistencia nominal al fuego de los ensambles cuando se hacen penetraciones o aberturas. Los códigos de construcción también contienen restricciones sobre las penetraciones de las membranas en los lados opuestos de un ensamble para pared con clasificación resistencia nominal al fuego. Un ejemplo es la separación horizontal mínima de 600 mm (24 pulgadas) que generalmente se aplica entre las cajas instaladas en los lados opuestos de la pared. En los códigos de edificio, directorios de resistencia contra el fuego y listados de producto se puede encontrar ayudas para cumplir con lo especificado en la sección 830.26.

II. Cables exteriores y que entran a los edificios

830.40 Cables de entrada. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, instalados en el exterior y que entran a los edificios deben cumplir con las secciones 830.40 (A) y (B).

(A) Circuitos de potencia media. Los circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, localizados fuera de los edificios y que entran a éstos, se deben instalar utilizando cables de comunicaciones de banda ancha de potencia media alimentados por una red, de los tipos BMU, BM o BMR.

(B) Circuitos de potencia baja. Los circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia localizados fuera de los edificios y que entran a éstos, se deben instalar utilizando cables de comunicaciones de banda ancha de baja potencia energizados por una red, de los tipos BLU o BLX. Se permitirá sustituir los cables de la forma presentada en la Tabla 830.154.

> *Excepción: Los cables coaxiales exteriores para sistemas de distribución de antenas comunitarias de radio y televisión instalados antes de enero 1 del 2000, e instalados de acuerdo con el Artículo 820, se permitirán para los circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red del tipo de baja potencia.*

830.44 Cables aéreos. Los cables aéreos para comunicaciones de banda ancha energizados por una red, deben cumplir con lo establecido en las secciones 830.44 (A) hasta (I).

> **NOTA**: Para mayor información con respecto a los alambres y cables aéreos, véase la publicación ANSI C2-2007, National Electric Safety Code, Part 2, Safety Rules for Overhead Lines.

(A) En postes. Los cables para comunicaciones de banda ancha energizados por una red instalados en postes, cuando sea factible, se deben ubicar debajo de los conductores de circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada y no se deben sujetar a crucetas que porten conductores de alumbrado o fuerza.

(B) Espacio ascendente. El espacio ascendente entre los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red debe cumplir los requisitos de la sección 225.14 (D).

(C) Distancia de los conductores de entrada. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, aéreos o bajantes desde un poste u otro soporte, incluido el punto de soporte inicial a un edificio o estructura, se deben mantener alejados de los conductores de circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, para evitar cualquier posibilidad de contacto accidental.

> *Excepción: Cuando no se pueda evitar la proximidad a conductores de circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, la instalación debe ser tal, que proporcione distancias no inferiores a 300 mm (12 pulgadas) de las bajadas de acometida de circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada. El requisito de distancia se debe aplicar a todos los puntos a*

lo largo de la bajada y se debe incrementar hasta 1.02 m (40 pulgadas) en el poste.

(D) Distancia desde el suelo. Los vanos aéreos de los cables de comunicación de banda ancha energizados por una red deben cumplir mínimo con lo siguiente:

(1) 2.9 m (9.5 pies) sobre el suelo terminado, aceras o desde cualquier plataforma o proyección desde la cual se puedan alcanzar y sean accesibles a los peatones solamente.

(2) 3.5 m (11.5 pies) sobre propiedades residenciales y caminos de accesos vehiculares, y las áreas comerciales no sometidas a tráfico de camiones.

(3) 4.7 m (15.5 pies) sobre vías públicas, callejones, caminos, áreas de estacionamiento sujetas a tráfico de camiones, caminos de accesos vehiculares en propiedades no residenciales, y otros terrenos atravesados por vehículos, por ejemplo, tierras cultivadas, zonas de pastoreo, bosques y huertos.

NOTA: Estas distancias han sido escogidas específicamente para correlacionarlas con la publicación ANSI C2-2007, National Electrical Safety Code, Tabla 232-1 que presenta las distancias para alambres, conductores y cables sobre el suelo y carreteras, en vez de usar las distancias referenciadas en la sección 225.18. Ya que los Artículos 800 y 820 no tienen requisitos sobre distancias, la industria de las comunicaciones ha usado las del NESC para sus plantas instaladas de cables.

(E) Sobre piscinas. La distancia de los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, en cualquier dirección desde el nivel del agua, el borde de la piscina, la base de la plataforma de salto o balsa anclada debe cumplir con las distancias de la sección 680.8.

(F) Sobre los techos. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red deben tener una distancia vertical no inferior a 2.5 m (8 pies) de todos los puntos de los techos sobre los que pasa.

Excepción No. 1: Edificios auxiliares tales como garajes y similares.

Excepción No. 2: Se permitirá reducir la anterior distancia a no menos de 450 mm (18 pulgadas), solamente en la parte que sobresalga del techo, si (1) máximo 1.2 m (4 pies) de los cables de bajada de comunicaciones de banda ancha pasan sobre la parte saliente del techo, y (2) terminan en una canalización o soporte a través del techo.

Excepción No. 3: Cuando el techo tiene una pendiente no inferior a 100 mm (4 pulgadas) por cada 300 mm (12 pulgadas), se permitirá reducir la distancia a un mínimo de 900 mm (3 pies).

(G) Vanos finales. Se permitirá sujetar los vanos finales de los cables, sin chaqueta externa, de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, al edificio, pero se deben mantener a no menos de 900 mm (3 pies) de las ventanas diseñadas para ser abiertas, puertas, porches, balcones, escaleras, salidas de emergencia por incendios o lugares similares.

Excepción: Se permitirá que los conductores que pasan sobre el nivel superior de una ventana estén a menos de los 900 mm (3 pies) exigidos arriba.

No se deben instalar cables aéreos de comunicaciones debanda ancha energizados por una red, debajo de aberturas a través de las cuales se puedan mover materiales, tales como las aberturas en

edificios agrícolas y comerciales, y no se deben instalar donde obstruyan la entrada a estas aberturas.

(H) Entre edificios. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, que se extienden entre edificios, y también los soportes o accesorios de sujeción deben ser aceptables para ese propósito y deben tener una resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas a las que puedan estar sometidos.

> *Excepción: Cuando un cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red no tenga la resistencia mecánica suficiente para ser autosoportado, se debe fijar a un cable mensajero de soporte que, junto con los accesorios de sujeción o soportes, deben ser aceptables para el propósito y deben tener una resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas a las que pueden estar sometidos.*

(I) En edificios. Cuando los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red estén sujetos a edificios, se deben sujetar firmemente de manera que queden separados de los demás conductores, según se indica en las secciones 830.44 (I) (1) hasta (I) (4).

(**1**) Alumbrado o fuerza. El cable de comunicaciones de banda ancha energizado por una red debe tener una separación mínima de 100 mm (4 pulgadas) de los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, que no estén en canalizaciones o en cables, o debe estar separado permanentemente de los conductores del otro sistema por un material no conductor continuo y fijo firmemente, adicional al aislamiento de los alambres.

(**2**) Otros sistemas de comunicación. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red se deben instalar de manera que no haya interferencia innecesaria en el mantenimiento de los sistemas separados. En ningún caso los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de un sistema, deben causar abrasión a los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de cualquier otro sistema.

(**3**) Conductores para las descargas atmosféricas. Cuando sea factible, se debe mantener una separación de al menos 1.8 m (6 pies) entre cualquier cable de comunicaciones de banda ancha energizado por una red y los conductores para las descargas atmosféricas.

(**4**) Protección contra daños. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, sujetos a los edificios y localizados a una distancia no mayor de 2.5 m (8 pies) del suelo terminado, se deben proteger mediante envolventes *(enclosures)*, canalizaciones u otros medios aprobados.

> *Excepción: Un circuito de comunicaciones de banda ancha energizado por una red de baja potencia, equipado con un dispositivo de protección contra fallas listado, adecuado para el cable de comunicaciones de banda ancha energizado por una red usado, y localizado en el lado de la red de dicho cable de comunicaciones que se está protegiendo*.

830.47 Circuitos subterráneos que entran a los edificios. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red que entran a los edificios deben cumplir con las secciones 830.47(A) hasta (D).

(A) Sistemas subterráneos con conductores de alumbrado eléctrico y de fuerza. Los cables subterráneos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red instalados en un ducto, pedestal, gabinete de acceso manual o pozo de inspección que contenga conductores de alumbrado eléctrico, de fuerza, conductores del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada, o circuitos de Clase 1, deben estar en una sección separada permanentemente de dichos conductores por una barrera adecuada.

(B) Cables y canalizaciones enterrados directamente. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red enterrados directamente, deben estar separados al menos 300 mm (12 pulgadas) de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de alarmas contra incendios de potencia no limitada o de Clase 1.

> *Excepción No. 1: Cuando los conductores de la acometida eléctrica o los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red están instalados en canalizaciones o armadura metálica en el cable.*
>
> *Excepción No. 2: Cuando los conductores de los circuitos ramales de alumbrado o fuerza, o los conductores del alimentador, los conductores del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada o los conductores de circuitos de Clase 1 estén instalados en una canalización o en cables con recubrimiento metálico, blindaje metálico o de los Tipos UF o USE, o los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red tienen una armadura metálica o están instalados en una canalización.*

(C) Protección mecánica. La instalación de los cables, conduits u otras canalizaciones enterradas directamente deben cumplir los requisitos de cubrimiento mínimo de la Tabla 830.47. Además, los cables enterrados directamente que salgan de la tierra, se deben proteger mediante envolventes *(enclosures)*, canalizaciones, u otros medios aprobados que se extiendan desde la distancia del cubrimiento mínimo exigido en la Tabla 830.47, bajo el suelo hasta un punto ubicado al menos a 2.5 m (8 pies) sobre el suelo terminado. En ningún caso se exigirá que la protección exceda los 450 mm (18 pulgadas) por debajo del suelo terminado. Los cables de los tipos BMU y BLU, enterrados directamente y que salgan del suelo, deben estar instalados en conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit no metálico rígido u otros medios aprobados que se extiendan desde la distancia del cubrimiento mínimo exigido en la Tabla 830.47, por debajo del suelo hasta el punto de entrada.

> *Excepción: Un circuito de comunicaciones de banda ancha energizado por una red de baja potencia, equipado con un dispositivo listado de protección contra fallas, adecuado para el cable de comunicaciones de banda ancha energizado por una red usado, y localizado en el lado de la red de dicho cable de comunicaciones que se está protegiendo.*

(D) Piscinas. Los cables ubicados bajo la piscina o dentro de un área que se extiende 1.5 m (5 pies) horizontalmente desde la pared interior de la piscina deben cumplir con las distancias y los requisitos que se especifican en la sección 680.10.

Tabla 830.47. Requisitos de cubrimiento mínimo de los sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, (cubrimiento es la distancia más corta medida entre un punto en la superficie superior de cualquier cable, conduit u otra canalización enterrados directamente, y la superficie superior del piso terminado, concreto o recubrimiento similar)

Ubicación del circuito o del método de alambrado	**Cables enterrados directamente**		**Conduit metálico rígido o conduit metálico intermedio**		**Canalizaciones no metálicas listadas para enterramiento directo; sin revestimiento de concreto, u otra canalización aprobada**	
Todos los lugares no especificados a continuación:	mm	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada
En zanjas y bajo concreto de 50 mm (2 pulgadas) de espesor o equivalente.	450	18	150	6	300	12
Bajo un edificio (en canalizaciones solamente).	300	12	150	6	150	6
Bajo una baldosa exterior de concreto de 100 mm (4 pulgadas) de espesor como mínimo, sin tráfico vehicular, y que se extienda a no menos de 150 mm (6 pulgadas) más allá de la instalación subterránea.	300	12	100	4	100	4
Accesos vehiculares de las viviendas unifamiliares o bifamiliares y áreas exteriores de estacionamiento, usadas solamente para propósitos relacionados con las viviendas.	300	12	300	12	300	12

Notas:
1. Las canalizaciones aprobadas para enterramiento solamente embebidas en concreto requerirán un revestimiento de concreto de espesor no inferior a 50 mm (2 pulgadas).
2. Se permitirán profundidades inferiores donde los cables suben hasta las terminaciones o empalmes, o cuando de otra manera se exige el acceso.
3. Cuando se encuentra roca sólida, todo el alambrado se debe instalar en una canalización metálica o no metálica permitida para enterramiento directo. Las canalizaciones se deben recubrir con un mínimo de 50 mm (2 pulgadas) de concreto que se extienda hasta la roca.
4. Los circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia, que usan cables coaxiales de sistemas de distribución de antenas comunitarias de radio y televisión, de enterramiento directo, instalados en el exterior y que entran a los edificios, e instalados antes de enero 1 del 2000, de acuerdo con el Artículo 820, se permitirán cuando estén enterrados a una profundidad mínima de 300 mm (12 pulgadas).

III. Protección.

830.90 Protección eléctrica primaria.

(A) Aplicación. Se debe suministrar protección eléctrica primaria en todos los conductores de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, que no están puestos a tierra ni interrumpidos, y que estén tendidos parcial o totalmente como cable aéreo no confinado dentro de

una manzana. Además, se debe proporcionar protección eléctrica primaria en todos los conductores de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, subterráneos o aéreos, que no están puestos a tierra ni interrumpidos, y que están localizados dentro de la manzana que contiene el edificio alimentado, que pueden estar expuestos a descargas atmosféricas o al contacto accidental con conductores de alumbrado eléctrico o fuerza que operan a más de 300 voltios a tierra.

Excepción: Cuando se suministra protección eléctrica en el(los) circuito(s) derivado(s) (del lado de la salida de la NIU), de acuerdo con la sección 830.90 (B) (3).

NOTA No. 1: En conductores de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, no expuestos a descargas atmosféricas o a contacto accidental con conductores de fuerza, el suministro de protección eléctrica primaria de acuerdo con este artículo, ayudará a proteger contra otros peligros, tales como la elevación del potencial a tierra causada por corrientes de falla de la alimentación, y tensiones por encima de las normales inducidas por corrientes de falla en los circuitos de fuerza cercanos a los conductores de comunicaciones de banda ancha energizados por red.

NOTA No. 2: Se considera que los circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red están expuestos a descargas atmosféricas, a menos que exista una o más de las condiciones siguientes:

(1) Circuitos en áreas metropolitanas grandes en las que los edificios están cerca unos de otros y tienen altura suficiente para interceptar las descargas atmosféricas.

(2) Áreas con un promedio de 5 o menos días de tormenta por año, y una resistividad de la tierra de menos de 100 ohms-metro.

(1) Protectores primarios sin fusibles. Se permitirán protectores primarios del tipo sin fusible cuando las corrientes de falla de la alimentación en todos los conductores protegidos en el cable están limitadas con seguridad a un valor no superior a la capacidad de conducción de corriente del protector primario y del conductor de puesta a tierra del protector primario.

(2) Protectores primarios con fusible. Cuando no se cumplen los requisitos enumerados en la sección 830.90 (A) (1) se deben usar protectores primarios del tipo con fusible. Estos protectores deben consistir en un descargador de sobretensiones conectado entre cada conductor que se va a proteger y la tierra, un fusible en serie con cada conductor que se va a proteger y, una disposición adecuada del montaje. Los terminales de los protectores primarios con fusible deben estar marcados indicando línea, instrumento y tierra, según sea aplicable.

(B) Ubicación. La ubicación del protector primario, cuando se requiera, debe cumplir con (B) (1), (B) (2) o (B) (3).

(**1**) Se debe aplicar un protector primario listado en cada cable de comunicaciones de banda ancha energizado por una red, externo a y en el lado de la red de la unidad de interfaz de red.

(**2**) La función de protección primaria debe ser parte integral de y estar contenida en la unidad de interfaz de red. La unidad de interfaz de red debe estar listada para su aplicación con sistemas de comunicaciones de banda ancha ernergizados por una red y debe tener una marca externa que indique que contiene protección eléctrica primaria.

(**3**) El(los) protector(es) primario(s) se debe(n) proporcionar en el(los) circuito(s) derivado(s) (lado de la salida de la NIU), y la combinación de la NIU, y el(los) protector(es) debe estar listada para su aplicación con sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por una red.

Un protector primario, ya sea integral o externo a la unidad de interfaz de red, debe estar localizado lo más cerca posible del punto de entrada.

Para los propósitos de esta sección, una unidad de interfaz de red y cualquier protector primario suministrado externamente, ubicado en el equipo de acometida de las casas móviles, al alcance de la vista desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta y a no más de 9.0 m (30 pies) de la misma, o en un medio de desconexión para casas móviles, puesto a tierra de acuerdo con la sección 250.32 y ubicado al alcance de la vista desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta y a no más de 9.0 m (30 pies) de la misma, se debe considerar que cumple los requisitos de esta sección.

> **NOTA**: La selección de la ubicación de una unidad de interfaz de red y del protector primario para obtener el conductor de puesta a tierra del protector primario más corto posible, ayudará a limitar las diferencias de potencial entre los circuitos de comunicaciones y otros sistemas metálicos.

(C) Lugares (clasificados como) peligrosos. El protector primario o el equipo que brinda la función de protección primaria no se debe localizar en ningún lugar (clasificado como) peligroso, como se define en la sección 500.5 ni en la proximidad de material fácilmente inflamable.

> *Excepción: Lo permitido en las secciones 501.150, 502.150 y 503.150.*

830.93 Puesta a tierra o interrupción de las partes metálicas de los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. Los cables de comunicaciones energizados por una red que entran a los edificios o se fijan en ellos, deben cumplir con las secciones 830.93 (A) o (B). Para los propósitos de esta sección, la puesta a tierra en el equipo de acometida de las casas móviles ubicada a una distancia máxima de 9.0 m (30 pies) de la pared exterior de la casa móvil a la que alimenta, o en un medio de desconexión para casas móviles, puesto a tierra de acuerdo con la sección 250.32 y ubicado una distancia máxima de 9.0 m (30 pies) de la pared exterior de la casa móvil a la que alimenta, se debe considerar que cumple los requisitos de esta sección.

> **NOTA**: La selección de un lugar de puesta a tierra para obtener el conductor de puesta a tierra más corto posible, ayudará a limitar las diferencias de potencial entre los circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, y

otros sistemas metálicos.

(A) Entrada a los edificios. En las instalaciones donde los cables de comunicaciones energizados por una red entran a los edificios, el blindaje debe estar puesto a tierra tal como se especifica en la sección 830.100, y los elementos metálicos del cable que no se utilizan para las comunicaciones ni para la alimentación se deben poner a tierra de acuerdo con la sección 830.100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se deben hacer lo más cerca posible al punto de entrada.

(B) Terminación en el exterior de los edificios. En las instalaciones donde el cable de comunicaciones energizado por una red termina en el exterior del edificio, el blindaje debe estar puesto a tierra tal como se especifica en la sección 830.100, y los elementos metálicos del cable que no se utilizan para las comunicaciones ni para la alimentación se deben poner a tierra de acuerdo con la sección 830.100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se deben hacer lo más cerca posible del punto de fijación de la NIU.

NOTA: Véase la sección 830.2 con respecto a la definición de punto de entrada.

IV. Métodos de puesta a tierra

830.100 Puesta a tierra de cables, unidades de interfaz de red y protectores primarios. Las unidades de interfaz de red que contienen protectores, las NIU con envolventes *(enclosures)* metálicos, los protectores primarios y las partes metálicas del cable de comunicaciones de banda ancha energizado por una red, que están proyectadas para ser puestas a tierra deben estar puestas a tierra como se especifica en las secciones 830.100 (A) hasta (D).

(A) Conductor de puesta a tierra.

(**1**) Aislamiento. El conductor de puesta a tierra debe ser aislado y debe estar listado.

(**2**) Material. El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material conductor resistente a la corrosión, trenzado o sólido.

(**3**) Calibre. El conductor de puesta a tierra no debe tener un calibre inferior al 14 AWG y debe tener una capacidad de conducción de corriente aproximadamente igual a la de la(s) parte(s) metálica(s) puesta(s) a tierra y del(los) conductor(es) protegido(s) del cable de comunicaciones de banda ancha energizado por una red. No se exigirá que el conductor de puesta a tierra sea mayor al 6 AWG.

(**4**) Longitud. El conductor de puesta a tierra debe ser lo más corto posible. En viviendas unifamiliares y multifamiliares, el conductor de puesta a tierra debe ser lo más corto posible y no debe exceder los 6.0 m (20 pies) de longitud.

NOTA: Limitaciones similares de la longitud del conductor de puesta a tierra aplicadas a los edificios de apartamentos y los edificios comerciales ayudarán a reducir las tensiones que se pueden desarrollar entre los sistemas de fuerza y comunicaciones del edificio durante eventos de descargas atmosféricas.

Excepción: En viviendas unifamiliares y bifamiliares donde no es factible lograr una longitud máxima total del conductor de puesta a tierra de 6.0 m (20 pies), se debe enterrar una varilla separada de puesta a tierra de comunicaciones

que cumpla los criterios de dimensiones mínimas de la sección 830.100 (B) (2) (2); y el conductor de puesta a tierra debe estar conectado a la varilla de puesta a tierra de comunicaciones según la sección 830.100 (C). La varilla de puesta a tierra de comunicaciones debe estar unida al sistema del electrodo de puesta a tierra de fuerza, de acuerdo con la sección 830.100 (D).

(**5**) Tendido en línea recta. El conductor de puesta a tierra se debe tender hasta el electrodo de puesta a tierra siguiendo una línea lo más recta posible.

(**6**) Protección física. El conductor de puesta a tierra se debe proteger cuando está expuesto a daños físicos. Cuando el conductor de puesta a tierra esté en una canalización metálica, ambos extremos de la canalización se deben unir al conductor de puesta a tierra o al mismo terminal o electrodo al que esté conectado dicho conductor.

(B) Electrodo. El conductor de puesta a tierra se debe conectar de acuerdo con las secciones 830.100 (B) (1), (B) (2) o (B) (3).

(**1**) En edificios o estructuras con una terminación de unión intersistemas. Si el edificio o estructura alimentada tiene una terminación de unión intersistemas, el conductor de puesta a tierra debe estar conectado a dicha terminación.

(**2**) En edificios o estructuras con medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminación de unión intersistemas, el conductor de puesta a tierra se debe conectar al lugar accesible más cercano de los siguientes elementos:

(1) El sistemas del electrodo de puesta a tierra del edificio o estructura, tal como se indica en la sección 250.50.

(2) El sistema de tubería metálica de agua interior puesta a tierra, hasta una distancia máxima de 1.5 m (5 pies) desde su punto de entrada en el edificio, tal como se indica la sección 250.52.

(3) El medio accesible de la cometida de fuerza externo a los envolventes *(enclosures)*, tal como se indica la sección 250.94.

(4) La canalización metálica de la acometida de fuerza. (5 El gabinete del equipo de acometida.

(6) El conductor del electrodo de puesta a tierra o el envolvente metálico del conductor del electrodo de puesta a tierra, o

(7) El conductor de puesta a tierra o el electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura, que esté puesto a tierra a un electrodo, tal como se indica en la sección 250.32.

Un dispositivo de unión proyectado para proporcionar un punto de terminación para el conductor de puesta a tierra (unión intersistemas) no debe interferir con la apertura del gabinete del equipo. El dispositivo de unión se debe montar en

partes no removibles, y no se debe montar en una puerta o una tapa aunque éstas no sean removibles.
Para los propósitos de esta sección, se deben considerar como accesibles el equipo de acometida de la casa móvil o el medio de desconexión de ésta, según se describe en la sección 830.93.

(**3**) En edificios o estructuras sin una terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentado no tiene una terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra, tal como se describe la sección 830.100 (B) (2), el conductor de puesta a tierra se debe conectar a cualquiera de los siguientes elementos.

(1) A cualquiera de los electrodos individuales descritos en las secciones 250.52 (A) (1), (A) (2), (A) (3) o (A) (4).

(2) Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra, como se describe en las secciones 830.100(B)(2) o (B)(3)(1), a cualquiera de los electrodos individuales descritos en las secciones 250.52(A)(7) y (A)(8) o a un tubo o barra de puesta a tierra cuya longitud no sea inferior a 1.5 m (5 pies) y 12.7 mm (1/2 pulgada) de diámetro, enterrado, cuando sea factible, dentro de tierra permanentemente húmeda y separado de los conductores para las descargas atmosféricas según se indica la sección 800.53 y por lo menos a 1.8 m (6 pies) de los electrodos de otros sistemas. Ni las tuberías de agua caliente o de vapor, ni los conductores del pararrayos de barra, se deben utilizar como electrodos para los protectores, las NIU con protección integral, las partes metálicas puestas a tierra, las NIU con gabinetes metálicos y otros equipos.

(C) Conexión a los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir lo establecido en la sección 250.70.

(D) Unión de los electrodos. Cuando se usan electrodos separados se debe conectar un puente de unión de calibre no inferior al 6 AWG, de cobre, o equivalente, entre el electrodo de puesta a tierra del sistema de comunicaciones de banda ancha energizado por una red y el sistema de electrodos de puesta a tierra de fuerza en el edificio o estructura alimentada.

Excepción: En las casas móviles, como se indica en la sección 830.106.

NOTA No. 1: Sobre el uso de puntas terminales aéreas (pararrayos de varilla), véase la sección 250.60.

NOTA No. 2: Si se unen todos los electrodos independientes, se limitarán las diferencias de potencial entre dichos electrodos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

830.106 Puesta a tierra y unión en las casas móviles.

(A) Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir con las secciones 830.106 (A) (1) o (A) (2).

(**1**) Cuando no haya un equipo de acometida para casas móviles situado a una distancia máxima de 9.0 m (30 pies) de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, el cable de comunicaciones de banda ancha energizado por una red, la unidad de interfaz de red y la tierra del protector primario deben

estar conectadas a un conductor de puesta a tierra, según la sección 830.100 (B) (2).

(**2**) Cuando no haya un medio de desconexión de la casa móvil puesto a tierra de acuerdo con la sección 250.32, situado al alcance la vista desde y a una distancia máxima de 9.0 m (30 pies) de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, el cable de comunicaciones de banda ancha energizado por una red, la unidad de interfaz de red y la tierra del protector primario deben estar conectadas a un conductor de puesta a tierra, según la sección 830.100 (B) (2).

(B) Unión. El terminal de puesta a tierra del cable de comunicaciones de banda ancha energizado por una red, el terminal de puesta a tierra de la unidad de interfaz de red, si la hay, y el terminal de puesta a tierra del protector primario se deben unir entre sí con un conductor de cobre de unión de calibre no inferior al 12 AWG. El terminal de puesta a tierra del cable de comunicaciones de banda ancha energizado por una red, el terminal de puesta a tierra de la unidad de interfaz de red, el terminal de puesta a tierra del protector primario o el electrodo de puesta a tierra, se debe unir al chasis metálico o terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil, con un conductor de unión, de cobre y de calibre no inferior al 12 AWG, en cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Cuando no haya equipo de acometida o medio de desconexión de la casa móvil, como se indica en 830.106(A).

(2) Cuando la casa móvil se alimente mediante cordón y clavija.

V. Métodos de instalación dentro de edificios

830.110 Canalizaciones para sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de media y baja potencia. Cuando los sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de media y baja potencia se instalan en una canalización, la canalización debe ser de uno de los tipos permitidos en el capítulo 3 y se debe instalar de acuerdo con el mismo capítulo.

> *Excepción: No se deben aplicar las restricciones de ocupación del conduit a los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia.*

830.133 Instalación de los cables y de equipos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. Las instalaciones de los cables y equipos dentro de los edificios deben cumplir con las secciones 830.133 (A) hasta (C), según sea aplicable.

(A) Separación de conductores.

(**1**) En canalizaciones, bandejas portacables y envolventes *(enclosures)*.

(a) Cables de circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de media y baja potencia. Se permitirá que los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de media y baja potencia estén en la misma canalización, bandeja portacables o gabinete.

(b) Cables de los circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia. Se permitirá que los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia estén en la misma canalización, bandeja portacables o gabinete con cables con chaqueta de cualquiera de los circuitos siguientes:

(1) Circuitos de Clase 2 y de Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada, de acuerdo con el Artículo 725.

(2) Sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada, de acuerdo con el Artículo 760.

(3) Circuitos de comunicaciones, de acuerdo con el Artículo 800.

(4) Cables de fibra óptica conductores y no conductores, de acuerdo con el Artículo 770.

(5) Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión, de acuerdo con el Artículo 820.

(c) Cables de los circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media. No se permitirá que los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por red de potencia media estén en la misma canalización, bandeja portacables o gabinete con conductores de cualquiera de los circuitos siguientes:

(1) Circuitos de Clase 2 y de Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada, de acuerdo con el Artículo 725.

(2) Sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada, de acuerdo con el Artículo 760.

(3) Circuitos de comunicaciones, de acuerdo con el Artículo 800.

(4) Cables de fibra óptica conductores de acuerdo con el Artículo 770.

(5) Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión, de acuerdo con el Artículo 820.

(d) Cables de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de comunicaciones de banda ancha no energizados. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red no se deben colocar en ninguna canalización, bandeja portacables, compartimiento, caja de salida, caja de empalme o accesorios similares, con conductores de circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, o de alarmas contra incendios de potencia no limitada.

Excepción No.1: Cuando todos los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada estén separados de todos los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, mediante una barrera permanente o un divisor listado.

Excepción No.2: Los conductores de los circuitos de fuerza en cajas de salida, cajas de empalme o accesorios o compartimientos similares, en donde estos conductores son introducidos únicamente para alimentar los equipos de distribución de sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. Los conductores de los circuitos de fuerza se deben encaminar dentro del gabinete manteniendo una separación mínima de 6 mm (0.25 pulgadas) de los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red.

(**2**) Otras aplicaciones. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red

deben estar separados 50 mm (2 pulgadas) como mínimo de los conductores de cualquier circuito de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada.

Excepción No. 1: Cuando (1) todos los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1, o de alarma contra incendios de potencia no limitada están en una canalización o en cables con recubrimiento metálico, blindaje metálico, recubrimiento no metálico, o de los tipos AC o UF, o (2) todos los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red están encerrados en una canalización.

Excepción No. 2: Cuando los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red estén separados permanentemente de los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, de Clase 1 y de alarmas contra incendios de potencia no limitada por una barrera no conductora continua y fijada firmemente, tales como tubos de porcelana o tuberías flexibles, además del aislamiento sobre el alambre.

(B) Soportes de los conductores. Las canalizaciones sólo se deben utilizar para el propósito previsto. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red no se deben sujetar con grapas, o con cinta, ni asegurarlos por ningún otro medio al exterior de cualquier conduit o canalización, como un medio de soporte.

(C) Instalación y uso. Se debe aplicar la sección 110.3 (B).

830.151 Métodos de alambrado de los sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media. Los sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media se deben instalar dentro de los edificios usando cables listados de potencia media de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, de los tipos BM o BMR.

(A) Ductos, cámaras de distribución de aire y otros espacios de ventilación. Se debe aplicar la sección 300.22.

(B) Tramos verticales. Los cables instalados en trayectorias verticales que atraviesen más de un piso, o los instalados en trayectorias verticales en fosos deben ser del tipo BMR. Las penetraciones de los pisos que requieran cables del tipo BMR, deben contener únicamente cables adecuados para su uso en tramos verticales o en cámaras de distribución de aire.

Excepción No.1: Los cables del tipo BM encerrados en canalizaciones metálicas o ubicados en fosos a prueba incendios con cortafuegos instalados en cada piso.

Excepción No.2: Los cables del tipo BM en viviendas unifamiliares y bifamiliares.

(C) Otros alambrados. Los cables instalados en lugares diferentes de los incluidos en las secciones 830.151 (A) y (B) deben ser del tipo BM.

Excepción: El cable del tipo BMU, cuando el cable entra al edificio desde el exterior y está tendido en conduit metálico rígido o conduit metálico intermedio, y estos conduits están conectados mediante un conductor de puesta a tierra a un electrodo de acuerdo con la sección 830.100 (B).

830.154 Aplicaciones de los cables para los sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia. Los sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia deben cumplir con cualquiera de los requisitos de las secciones 830.154 (A) hasta (C).

(A) Cámaras de distribución de aire. Los cables instalados en ductos, cámaras de distribución de aire y otros espacios usados para aire ambiental deben ser del tipo BLP. Se permitirán los cables del tipo BLX instalados de conformidad con la sección 300.22.

(B) Tramo vertical. Los cables instalados en tramos verticales deben cumplir con cualquiera de los requisitos de las secciones 830.154 (B) (1), (B) (2) o (B) (3).

(**1**) Cables en trayectorias verticales. Los cables instalados en trayectorias verticales, y que penetran más de un piso, o los cables instalados en trayectorias verticales en un foso, deben ser de los tipos BLP, BLR o BMR. Las penetraciones del piso que requieren cables de los tipos BMR o BLR deben contener solamente cables adecuados para su uso en tramos verticales o en cámaras de distribución de aire.

(**2**) Canalizaciones metálicas o fosos a prueba de incendio. Se permitirá que los cables del tipo BLX estén encerrados en canalizaciones metálicas o ubicadas en fosos a prueba de incendios con cortafuegos instalados en cada piso.
(**3**) Viviendas unifamiliares y bifamiliares. Se permitirán los cables de los tipos BLX o BL de menos de 10 mm (0.375 pulgadas) de diámetro en viviendas unifamiliares y bifamiliares.

(C) Otros alambrados dentro de los edificios. Los cables instalados en lugares diferentes de los incluidos en las secciones 830.154 (A) y (B) deben cumplir con los requisitos de las secciones 830.154 (C) (1) hasta (C) (5).

(**1**) Generalidades. Se permitirán cables de los tipos BLP, BL o BM.

(**2**) En canalizaciones. Se permitirá instalar cables del tipo BLX en una canalización.

(**3**) Cable del tipo BLU. Se permitirá que el cable del tipo BLU, que entra al edificio desde el exterior esté tendido en conduit metálico rígido o conduit metálico intermedio, y tales conduits deben estar conectados con un conductor de puesta a tierra a un electrodo de acuerdo con la sección 830.100(B).

(**4**) Viviendas unifamiliares y bifamiliares. Se permitirá instalar cables de los tipos BLX o BL de menos de 10 mm (0.375 pulgadas) de diámetro en viviendas unifamiliares y bifamliares.

(**5**) Cable del tipo BLX. Se permitirá instalar cable del tipo BLX, que entra al edificio desde el exterior y termina en un bloque de puesta a tierra o en un lugar con protección primaria, siempre que la longitud del cable dentro del edificio no excede los 15 m (50 pies).

> **NOTA**: Esta disposición limita la longitud del cable tipo BLX a 15 m (50 pies), mientras que la sección 830.90(B) exige que el protector primario o la NIU con protección integral, esté localizado lo más cerca posible al punto en el cual el cable entra al edificio. Por tanto, en las instalaciones que requieren un protector primario o una NIU con protección integral, es posible que no se permita que el cable del tipo BLX se extienda 15 m (50 pies) dentro del edificio, si es factible situar el protector primario a menos de 15 m (50 pies) del punto de entrada.

(D) Sustituciones de cables. Se permitirán las sustituciones de cables de banda ancha energizados por una red, enumeradas en la Tabla 830.154. Todos los cables de la Tabla 830.154, diferentes de los cables de banda ancha energizados por una red, deben ser cables coaxiales.

.**Tabla 830.154**. Sustituciones de cables

Tipo de cable	Sustituciones permitidas del cable
BM	BMR
BLP	CMP, CL3P
BLR	CMP, CL3P, CMR, CL3R, BLP, BMR
BL	CMP, CMR, CM, CMG, CL3P, CL3R, CL3, BMR, BM, BLP, BLR.
BLX	CMP, CMR, CM, CMG, CMX, CL3P, CL3R, CL3, CL3X, BMR, BM, BLP, BRP, BL

830.157 Protección contra daños físicos. Se debe aplicar la sección 300.4.

830.160 Curvas. Las curvas en los cables de banda ancha energizados por una red se deben hacer de manera que no se dañe el cable.

VI. Requisitos de listado

830.179 Equipos y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. Los equipos y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red deben estar listados como adecuados para ese propósito.

> *Excepción No. 1: Este requisito de listado no se debe aplicar a los cables coaxiales de sistemas de distribución de antenas comunitarias de radio y televisión que fueron instalados antes de enero 1 de 2000, de acuerdo con el Artículo 820, y que se usan para por circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia.*
>
> *Excepción No. 2: Se permitirán los cables substitutos de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red tal como se presentan en la Tabla 830.154.*

(A) Listado y marcado. El listado y el marcado de los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red deben cumplir con las secciones 830.179 (A) (1) o (A) (2).

(**1**) Cables de los tipos BMU, BM y BMR. Los cables subterráneos de potencia media para comunicaciones de banda ancha energizados por una red, del tipo BMU; los cables de potencia media de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, del tipo BM; y los cables, para tramos verticales, de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de

potencia media, del tipo BMR, deben ser cables ensamblados en fábrica, y compuestos de un cable coaxial con chaqueta, una combinación, con chaqueta, de un cable coaxial y múltiples conductores individuales, o una combinación, con chaqueta, de un cable de fibra óptica y múltiples conductores individuales. El aislamiento de los conductores individuales debe estar clasificado para 300 voltios como mínimo. Los cables previstos para uso exterior deben estar listados como adecuados para esa aplicación.

Los cables se deben marcar de acuerdo con la sección 310.11.

Los cables del tipo BMU deben tener chaqueta y estar listados como adecuados para uso subterráneo exterior.

Los cables del tipo BM deben estar listados como adecuados para uso general, con excepción de los tramos verticales y cámaras de distribución de aire, y también deben estar listados como resistentes a la propagación de fuego.

Los cables del tipo BMR deben estar listados como adecuados para su uso en trayectorias verticales en un foso o de un piso a otro, y también deben estar listados como poseedores de características de resistencia al fuego capaces de prevenir la transmisión del fuego de un piso a otro.

> **NOTA** No. 1: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja en la prueba de bandeja vertical "UL Flame Exposure, Vertical Tray Flame Test" definido en la publicación UL 1685-2000, Standard for Safety for Vertical-Tray Fire-Propagation and Smoke-Release Test for Electrical and Optical-Fiber Cables. Las mediciones de humo en el método de prueba no son aplicables.
>
> Otro método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1.5 m (4 pies 11 pulgadas) cuando se le somete a la prueba de llama vertical de la CSA "Vertical Flame Test - Cables in Cable Trays", que se describe en la publicación CSA C22.2 No. 0.3-M-2001, Test Methods for Electrical Wires and Cables.

> **NOTA** No. 2: Un método para determinar las características de resistencia al fuego con la capacidad para impedir la conducción de la llama de un piso a otro es que los cables pasen los requisitos de la prueba definida en la publicación ANSI/UL 1666-2002, Standard Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical-Fiber Cable Installed Vertically in Shafts.

(**2**) Cables de los tipos BLU, BLX, BL, BLR y BLP. Los cables subterráneos de baja potencia para comunicaciones de banda ancha energizados por una red, del tipo BLU; los cables de baja potencia de uso limitado para comunicaciones de banda ancha energizados por una red, del tipo BLX; los cables de baja potencia para comunicaciones de banda ancha energizados por una red, del tipo BL; los cables de baja potencia para tramos verticales para comunicaciones de banda ancha energizados por una red, del tipo BLR; y los cables de baja potencia para cámaras de distribución de aire para comunicaciones de banda ancha energizados por una red, del tipo BLP, deben ser ensamblados en fábrica y deben estar compuestos de un cable coaxial con chaqueta, una combinación, con chaqueta, de un cable coaxial y múltiples conductores individuales, o una combinación, con chaqueta, de un cable de fibra óptica y múltiples conductores individuales. El aislamiento de los conductores individuales debe estar clasificado para 300 voltios como mínimo. Los cables proyectados para uso exterior deben estar listados como adecuados para esa aplicación. Los cables deben estar marcados de acuerdo con la sección 310.11.

Los cables del tipo BLU deben tener chaqueta y estar listados para uso subterráneo exterior.

Los cables de uso limitado del tipo BLX deben estar listados para uso exterior, para uso en viviendas y para uso en canalizaciones, y también estar listados como resistentes a la propagación de las llamas. Los cables del tipo BL deben estar listados para uso general, con excepción de cámaras de distribución de aire y tramos verticales, y también deben estar listados como resistentes a la propagación del fuego.

Los cables del tipo BLR deben estar listados como adecuados para su uso en trayectorias verticales en un foso o de un piso a otro y también deben estar listados como poseedores de características de resistencia al fuego con capacidad para evitar la transmisión del fuego de un piso a otro.

Los cables del tipo BLP deben estar listados para uso en ductos, cámaras de distribución de aire y otros espacios usados para aire ambiental además, deben estar listados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y de baja producción de humo.

NOTA No. 1: Un método para establecer si un cable es resistente a la propagación de las llamas consiste en someterlo a la prueba de llama para cables verticales VW-1 definido en la publicación ANSI/UL 1581-2001, Reference Standard for Electrical Wires, Cables and Flexible Cords.

NOTA No. 2: Un método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja en la prueba de bandeja vertical "UL Flame Exposure, Vertical Tray Flame Test" definido en la publicación UL 1685-2000, Standard for Safety for Vertical-Tray Fire-Propagation and Smoke-Release Test for Electrical and Optical-Fiber Cables. Las mediciones de humo en el método de prueba no son aplicables.

Otro método para establecer la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera los 1.5 m (4 pies 11 pulgadas) cuando se le somete a la prueba de llama vertical de la CSA "Vertical Flame Test - Cables in Cable Trays", que se describe en la publicación CSA C22.2 No. 0.3-M-2001, Test Methods for Electrical Wires and Cables.

NOTA No. 3: Un método para determinar las características de resistencia al fuego con capacidad para impedir la conducción de la llama de un piso a otro es que los cables pasen los requisitos de la prueba definida en la publicación ANSI/UL 1666-1997, Standard Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical-Fiber Cable Installed Vertically in Shafts.

NOTA No. 4: Un método para determinar si el cable tiene baja producción de humo y es resistente al fuego consiste en que el cable muestre una densidad óptica de pico máximo de 0.5 o menos, una densidad óptica promedio de 0.15 o menos y una distancia máxima de propagación de la llama de 1.52 m (5 pies) o menos cuando se somete a prueba según la publicación NFPA 262-2007, Standard Method of Test for Flame Travel and Smoke of Wires and Cables for Use in Air-Handling Spaces.

CAPÍTULO 9 - Tablas

Tabla 1. Porcentaje de la sección transversal en conduit y en tubería para los conductores.

Número de conductores	Todos los tipos de conductores
1	53
2	31
Más de 2	40

NLM No. 1: La Tabla 1 se basa en las condiciones más comunes de cableado y alineación adecuados de los conductores, cuando la longitud del jalado de los conductores y el número de curvas están dentro de los límites razonables. Sin embargo, es conveniente reconocer que para algunas condiciones se debería considerar un conduit de mayor diámetro o un porcentaje menor de ocupación del conduit.

NLM No. 2: Cuando se jalan tres conductores o cables dentro de una canalización, si la relación de la canalización (diámetro interno) con el conductor o cable (diámetro externo) está entre 2.8 y 3.2, puede ocurrir un atascamiento. Aunque puede ocurrir un atascamiento cuando se jalan cuatro o más conductores o cables en una canalización, la probabilidad es muy baja.

Notas a las Tablas

(1) Véase en el Anexo C con respecto al número máximo de conductores y alambres de artefactos, todos del mismo calibre (área de la sección transversal total, incluido el aislamiento), permitidos en los tamaños comerciales aplicables de conduit y tuberías.

(2) La Tabla 1 se aplica sólo a sistemas completos de conduit o tuberías y no está proyectada para su aplicación a secciones de conduit o tuberías usadas para proteger el alambrado expuesto contra daños físicos.

(3) Para calcular el porcentaje de ocupación de la tubería o conduit, se deben incluir los conductores de puesta a tierra o de unión de los equipos, cuando están instalados. En el cálculo se deben utilizar las dimensiones reales de dichos conductores (aislados o desnudos).

(4) Cuando entre las cajas, los gabinetes y envolventes similares se instalen niples de conduit o tubería cuya longitud máxima no exceda los 600 mm. (24 pulgadas), se permitirá que estos niples estén ocupados hasta el 60 por ciento del área de su sección transversal total, y no es necesario aplicar a esta condición los factores de ajuste de la sección 310.15(B)(2)(a).

(5) Para los conductores no incluidos en el Capítulo 9, tales como los cables multiconductores, se deben utilizar sus dimensiones reales.

(6) Para las combinaciones de conductores de diferentes calibres, se usan las Tablas 5 y 5A para las dimensiones de los conductores y la Tabla 4 para las dimensiones aplicables de los conduits o tuberías.

(7) Cuando se calcula el número máximo de conductores permitidos en un conduit o tubería, todos del mismo calibre (área de la sección transversal total, incluido el aislamiento), y este cálculo da como resultado un decimal de 0.8 o mayor, se debe usar el siguiente número entero mayor.

(8) Cuando por otras secciones de este Código se permita utilizar conductores desnudos, se permitirá utilizar las dimensiones de los conductores desnudos de la Tabla 8.

(9) Para calcular el área porcentual de ocupación del conduit, un cable multiconductor o un cordón flexible de dos o más conductores se debe considerar como un solo conductor. Para cables de sección transversal elíptica, el cálculo del área de la sección transversal se debe basar en el uso del diámetro mayor de la elipse como diámetro de un círculo.

Tabla 2 Radio de las curvas de conduit y tubería

Tamaño del conduit o tubería		Dobladoras de un solo movimiento y de zapata completa (one shot and full shoe benders)		Otras curvas	
Designador métrico	Tamaño comercial	mm	pulgada	mm	pulgada
16	½	101.6	4	101.6	4
21	¾	114.3	4 ½	127	5
27	1	146.05	5 ¾	152.4	6
35	1 ¼	184.15	7 ¼	203.2	8
41	1 ½	209.55	8 ¼	254	10
53	2	241.3	9 ½	304.8	12
63	2 ½	266.7	10 ½	381	15
78	3	330.2	13	457.2	18
91	3 ½	381	15	533.4	21
103	4	406.4	16	609.6	24
129	5	609.6	24	762	30
155	6	762	30	914.4	36

Tabla 4. Dimensiones y área porcentual de conduit y tubería
(Áreas de conduit o tubería para las combinaciones de alambres permitidas en la Tabla 1, Capítulo 9)

Artículo 358 - Tubería eléctrica metálica (EMT)

Designador métrico	Tamaño comercial	Diámetro interno nominal		Área total 100%		60%		1 alambre 53%		2 alambres 31%		Más de 2 alambres 40%	
		mm	pulgada	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²
16	½	15.8	0.622	196	0.304	118	0.182	104	0.161	61	0.094	78	0.122
21	¾	20.9	0.824	343	0.533	206	0.320	182	0.283	106	0.165	137	0.213
27	1	26.6	1.049	556	0.864	333	0.519	295	0.458	172	0.268	222	0.346
35	1 ¼	35.1	1.380	968	1.496	581	0.897	513	0.793	300	0.464	387	0.598
41	1 ½	40.9	1.610	1314	2.036	788	1.221	696	1.079	407	0.631	526	0.814
53	2	52.5	2.067	2165	3.356	1299	2.013	1147	1.778	671	1.040	866	1.342
63	2 ½	69.4	2.731	3783	5.858	2270	3.515	2005	3.105	1173	1.816	1513	2.343
78	3	85.2	3.356	5701	8.846	3421	5.307	3022	4.688	1767	2.742	2280	3.538
91	3 ½	97.4	3.834	7451	11.545	4471	6.927	3949	6.119	2310	3.579	2980	4.618
103	4	110.1	4.334	9521	14.753	5712	8.852	5046	7.819	2951	4.573	3808	5.901

Artículo 362 - Tubería eléctrica no metálica (ENT)

Designador métrico	Tamaño comercial	Diámetro interno nominal		Área total 100%		60%		1 alambre 53%		2 alambres 31%		Más de 2 alambres 40%	
		mm	pulgada	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²
16	½	14.2	0.560	158	0.246	95	0.148	84	0.131	49	0.076	63	0.099
21	¾	19.3	0.760	293	0.454	176	0.272	155	0.240	91	0.141	117	0.181
27	1	25.4	1.000	507	0.785	304	0.471	269	0.416	157	0.243	203	0.314
35	1 ¼	34.0	1.340	908	1.410	545	0.846	481	0.747	281	0.437	363	0.564
41	1 ½	39.9	1.570	1250	1.936	750	1.162	663	1.026	388	0.600	500	0.774
53	2	51.3	2.020	2067	3.205	1240	1.923	1095	1.699	641	0.993	827	1.282
63	2 ½	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
78	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
91	3 ½	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Artículo 348 - Conduit metálico flexible (FMC)

Designador métrico	Tamaño comercial	Diámetro interno nominal		Área total 100%		60%		1 alambre 53%		2 alambres 31%		Más de 2 alambres 40%	
		mm	pulgada	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²
12	3/8	9.7	0.384	74	0.116	44	0.069	39	0.061	23	0.036	30	0.046
16	½	16.1	0.635	204	0.317	122	0.190	108	0.168	63	0.098	81	0.127
21	¾	20.9	0.824	343	0.533	206	0.320	182	0.283	106	0.165	137	0.213
27	1	25.9	1.020	527	0.817	316	0.490	279	0.433	163	0.253	211	0.327
35	1 ¼	32.4	1.275	824	1.277	495	0.766	437	0.677	256	0.396	330	0.511
41	1 ½	39.1	1.538	1201	1.858	720	1.115	636	0.985	372	0.576	480	0.743
53	2	51.8	2.040	2107	3.269	1264	1.961	1117	1.732	653	1.013	843	1.307
63	2 ½	63.5	2.500	3167	4.909	1900	2.945	1678	2.602	982	1.522	1267	1.963
78	3	76.2	3.000	4560	7.069	2736	4.241	2417	3.746	1414	2.191	1824	2.827
91	3 ½	88.9	3.500	6207	9.621	3724	5.773	3290	5.099	1924	2.983	2483	3.848
103	4	101.6	4.000	8107	12.566	4864	7.540	4297	6.600	2513	3.896	3243	5.027

Tabla 4 Continúa

Artículo 342 - Conduit metálico intermedio (IMC)

Designador métrico	Tamaño comercial	Diámetro interno nominal		Área total 100%		60%		1 alambre 53%		2 alambres 31%		Más de 2 alambres 40%	
		mm	pulgada	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²
12	3/8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
16	½	16.8	0.660	222	0.342	133	0.205	117	0.181	69	0.106	89	0.137
21	¾	21.9	0.864	377	0.586	226	0.352	200	0.311	117	0.182	151	0.235
27	1	28.1	1.105	620	0.959	372	0.575	329	0.508	192	0.297	248	0.384
35	1 ¼	36.8	1.448	1064	1.647	638	0.988	564	0.873	330	0.510	425	0.659
41	1 ½	42.7	1.683	1432	2.225	859	1.335	759	1.179	444	0.690	573	0.890
53	2	54.6	2.150	2341	3.630	1405	2.178	1241	1.924	726	1.125	937	1.452
63	2 ½	64.9	2.557	3308	5.135	1985	3.081	1753	2.722	1026	1.592	1323	2.054
78	3	80.7	3.176	5115	7.922	3069	4.753	2711	4.199	1586	2.456	2046	3.169
91	3 ½	93.2	3.671	6822	10.584	4093	6.351	3616	5.610	2115	3.281	2729	4.234
103	4	105.4	4.166	8725	13.631	5235	8.179	4624	7.224	2705	4.226	3490	5.452

Artículo 356 - Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (LFNC-B*)

Designador métrico	Tamaño comercial	Diámetro interno nominal		Área total 100%		60%		1 alambre 53%		2 alambres 31%		Más de 2 alambres 40%	
		mm	pulgada	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²
12	3/8	12.5	0.494	123	0.192	74	0.115	65	0.102	38	0.059	49	0.077
16	½	16.1	0.632	204	0.314	122	0.188	108	0.166	63	0.097	81	0.125
21	¾	21.1	0.830	350	0.541	210	0.325	185	0.287	108	0.168	140	0.216
27	1	26.8	1.054	564	0.873	338	0.524	299	0.462	175	0.270	226	0.349
35	1 ¼	35.4	1.395	984	1.528	591	0.917	522	0.810	305	0.474	394	0.611
41	1 ½	40.3	1.588	1276	1.981	765	1.188	676	1.050	395	0.614	510	0.792
53	2	51.6	2.033	2091	3.246	1255	1.948	1108	1.720	648	1.006	836	1.298

* Corresponde a 356.2(2)

Artículo 356 - Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (LFNC-A*)

Designador métrico	Tamaño comercial	Diámetro interno nominal		Área total 100%		60%		1 alambre 53%		2 alambres 31%		Más de 2 alambres 40%	
		mm	pulgada	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²
12	3/8	12.6	0.495	125	0.192	75	0.115	66	0.102	39	0.060	50	0.077
16	½	16.0	0.630	201	0.312	121	0.187	107	0.165	62	0.097	80	0.125
21	¾	21.0	0.825	346	0.535	208	0.321	184	0.283	107	0.166	139	0.214
27	1	26.5	1.043	552	0.854	331	0.513	292	0.453	171	0.265	221	0.342
35	1 ¼	35.1	1.383	968	1.502	581	0.901	513	0.796	300	0.466	387	0.601
41	1 ½	40.7	1.603	1301	2.018	781	1.211	690	1.070	403	0.626	520	0.807
53	2	52.4	2.063	2157	3.343	1294	2.006	1143	1.772	669	1.036	863	1.337

* Corresponde a 356.2(1)

(Continúa)

Tabla 4 Continúa

Artículo 350 - Conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC)

Designador métrico	Tamaño comercial	Diámetro interno nominal		Área total 100%		60%		1 alambre 53%		2 alambres 31%		Más de 2 alambres 40%	
		mm	pulgada	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²
12	3/8	12.5	0.494	123	0.192	74	0.115	65	0.102	38	0.059	49	0.077
16	½	16.1	0.632	204	0.314	122	0.188	108	0.166	63	0.097	81	0.125
21	¾	21.1	0.830	350	0.541	210	0.325	185	0.287	108	0.168	140	0.216
27	1	26.8	1.054	564	0.873	338	0.524	299	0.462	175	0.270	226	0.349
35	1 ¼	35.4	1.395	984	1.528	591	0.917	522	0.810	305	0.474	394	0.611
41	1 ½	40.3	1.588	1276	1.981	765	1.188	676	1.050	395	0.614	510	0.792
53	2	51.6	2.033	2091	3.246	1255	1.948	1108	1.720	648	1.006	836	1.298
63	2 ½	63.3	2.493	3147	4.881	1888	2.929	1668	2.587	976	1.513	1259	1.953
78	3	78.4	3.085	4827	7.475	2896	4.485	2559	3.962	1497	2.317	1931	2.990
91	3 ½	89.4	3.520	6277	9.731	3766	5.839	3327	5.158	1946	3.017	2511	3.893
103	4	102.1	4.020	8187	12.692	4912	7.615	4339	6.727	2538	3.935	3275	5.077
129	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
155	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Artículo 344 - Conduit metálico rígido (RMC)

Designador métrico	Tamaño comercial	Diámetro interno nominal		Área total 100%		60%		1 alambre 53%		2 alambres 31%		Más de 2 alambres 40%	
		mm	pulgada	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²
12	3/8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
16	½	16.1	0.632	204	0.314	122	0.188	108	0.166	63	0.097	81	0.125
21	¾	21.2	0.836	353	0.549	212	0.329	187	0.291	109	0.170	141	0.220
27	1	27.0	1.063	573	0.887	344	0.532	303	0.470	177	0.275	229	0.355
35	1 ¼	35.4	1.394	984	1.526	591	0.916	522	0.809	305	0.473	394	0.610
41	1 ½	41.2	1.624	1333	2.071	800	1.243	707	1.098	413	0.642	533	0.829
53	2	52.9	2.083	2198	3.408	1319	2.045	1165	1.806	681	1.056	879	1.363
63	2 ½	63.2	2.489	3137	4.866	1882	2.919	1663	2.579	972	1.508	1255	1.946
78	3	78.5	3.090	4840	7.499	2904	4.499	2565	3.974	1500	2.325	1936	3.000
91	3 ½	90.7	3.570	6461	10.010	3877	6.006	3424	5.305	2003	3.103	2584	4.004
103	4	102.9	4.050	8316	12.882	4990	7.729	4408	6.828	2578	3.994	3326	5.153
129	5	128.9	5.073	13050	20.212	7830	12.127	6916	10.713	4045	6.266	5220	8.085
155	6	154.8	6.093	18821	29.158	11292	17.495	9975	15.454	5834	9.039	7528	11.663

Artículo 352 - Conduit rígido de PVC (PVC), Cédula 80

Designador métrico	Tamaño comercial	Diámetro interno nominal		Área total 100%		60%		1 alambre 53%		2 alambres 31%		Más de 2 alambres 40%	
		mm	pulgada	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²
12	3/8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
16	½	13.4	0.526	141	0.217	85	0.130	75	0.115	44	0.067	56	0.087
21	¾	18.3	0.722	263	0.409	158	0.246	139	0.217	82	0.127	105	0.164
27	1	23.8	0.936	445	0.688	267	0.413	236	0.365	138	0.213	178	0.275
35	1 ¼	31.9	1.255	799	1.237	480	0.742	424	0.656	248	0.383	320	0.495
41	1 ½	37.5	1.476	1104	1.711	663	1.027	585	0.907	342	0.530	442	0.684
53	2	48.6	1.913	1855	2.874	1113	1.725	983	1.523	575	0.891	742	1.150
63	2 ½	58.2	2.290	2660	4.119	1596	2.471	1410	2.183	825	1.277	1064	1.647
78	3	72.7	2.864	4151	6.442	2491	3.865	2200	3.414	1287	1.997	1660	2.577
91	3 ½	84.5	3.326	5608	8.688	3365	5.213	2972	4.605	1738	2.693	2243	3.475
103	4	96.2	3.786	7268	11.258	4361	6.755	3852	5.967	2253	3.490	2907	4.503
129	5	121.1	4.768	11518	17.855	6911	10.713	6105	9.463	3571	5.535	4607	7.142
155	6	145.0	5.709	16513	25.598	9908	15.359	8752	13.567	5119	7.935	6605	10.239

Tabla 4 Continúa

Artículos 352 y 353 - Conduit rígido de PVC (PVC), Cédula 40 y Conduit HDPE (HDPE)

Designador métrico	Tamaño comercial	Diámetro interno nominal		Área total 100%		60%		1 alambre 53%		2 alambres 31%		Más de 2 alambres 40%	
		mm	pulgada	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²
12	3/8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
16	½	15.3	0.602	184	0.285	110	0.171	97	0.151	57	0.088	74	0.114
21	¾	20.4	0.804	327	0.508	196	0.305	173	0.269	101	0.157	131	0.203
27	1	26.1	1.029	535	0.832	321	0.499	284	0.441	166	0.258	214	0.333
35	1 ¼	34.5	1.360	935	1.453	561	0.872	495	0.770	290	0.450	374	0.581
41	1 ½	40.4	1.590	1282	1.986	769	1.191	679	1.052	397	0.616	513	0.794
53	2	52.0	2.047	2124	3.291	1274	1.975	1126	1.744	658	1.020	849	1.316
63	2 ½	62.1	2.445	3029	4.695	1817	2.817	1605	2.488	939	1.455	1212	1.878
78	3	77.3	3.042	4693	7.268	2816	4.361	2487	3.852	1455	2.253	1877	2.907
91	3 ½	89.4	3.521	6277	9.737	3766	5.842	3327	5.161	1946	3.018	2511	3.895
103	4	101.5	3.998	8091	12.554	4855	7.532	4288	6.654	2508	3.892	3237	5.022
129	5	127.4	5.016	12748	19.761	7649	11.856	6756	10.473	3952	6.126	5099	7.904
155	6	153.2	6.031	18433	28.567	11060	17.140	9770	15.141	5714	8.856	7373	11.427

Artículo 352 - Conduit rígido de PVC (PVC), Tipo A

Designador métrico	Tamaño comercial	Diámetro interno nominal		Área total 100%		60%		1 alambre 53%		2 alambres 31%		Más de 2 alambres 40%	
		mm	pulgada	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²
16	½	17.8	0.700	249	0.385	149	0.231	132	0.204	77	0.119	100	0.154
21	¾	23.1	0.910	419	0.650	251	0.390	222	0.345	130	0.202	168	0.260
27	1	29.8	1.175	697	1.084	418	0.651	370	0.575	216	0.336	279	0.434
35	1 ¼	38.1	1.500	1140	1.767	684	1.060	604	0.937	353	0.548	456	0.707
41	1 ½	43.7	1.720	1500	2.324	900	1.394	795	1.231	465	0.720	600	0.929
53	2	54.7	2.155	2350	3.647	1410	2.188	1245	1.933	728	1.131	940	1.459
63	2 ½	66.9	2.635	3515	5.453	2109	3.272	1863	2.890	1090	1.690	1406	2.181
78	3	82.0	3.230	5281	8.194	3169	4.916	2799	4.343	1637	2.540	2112	3.278
91	3 ½	93.7	3.690	6896	10.694	4137	6.416	3655	5.668	2138	3.315	2758	4.278
103	4	106.2	4.180	8858	13.723	5315	8.234	4695	7.273	2746	4.254	3543	5.489
129	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
155	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Artículo 352 - Conduit rígido de PVC (PVC), Tipo EB

Designador métrico	Tamaño comercial	Diámetro interno nominal		Área total 100%		60%		1 alambre 53%		2 alambres 31%		Más de 2 alambres 40%	
		mm	pulgada	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²	mm²	pulgada²
16	½	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21	¾	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
27	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
35	1 ¼	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
41	1 ½	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
53	2	56.4	2.221	2498	3.874	1499	2.325	1324	2.053	774	1.201	999	1.550
63	2 ½	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
78	3	84.6	3.330	5621	8.709	3373	5.226	2979	4.616	1743	2.700	2248	3.484
91	3 ½	96.6	3.804	7329	11.365	4397	6.819	3884	6.023	2272	3.523	2932	4.546
103	4	108.9	4.289	9314	14.448	5589	8.669	4937	7.657	2887	4.479	3726	5.779
129	5	135.0	5.316	14314	22.195	8588	13.317	7586	11.763	4437	6.881	5726	8.878
155	6	160.9	6.336	20333	31.530	12200	18.918	10776	16.711	6303	9.774	8133	12.612

Tabla 5. Dimensiones de los conductores aislados y de los alambres para artefactos

Tipo	Calibre (AWG o kcmil)	Diámetro aproximado		Área aproximada	
		mm	pulgada	mm^2	$pulgada^2$
Tipo: FFH-2, RFH-1, RFH-2, RHH*, RHW*, RHW-2*, RHH, RHW, RHW-2, SF-1, SF-2, SFF-1, SFF-2, TF, TFF, THHW, THW, THW-2, TW, XF, XFF					
RFH-2 FFH-2	18 16	3.454 3.759	0.136 0.148	9.355 11.10	0.0145 0.0172
RHH, RHW, RHW-2	14 12	4.902 5.385	0.193 0.212	18.90 22.77	0.0293 0.0353
	10 8 6 4 3 2 1	5.994 8.280 9.246 10.46 11.18 11.99 14.78	0.236 0.326 0.364 0.412 0.440 0.472 0.582	28.19 53.87 67.16 86.00 98.13 112.9 171.6	0.0437 0.0835 0.1041 0.1333 0.1521 0.1750 0.2660
	1/0 2/0 3/0 4/0	15.80 16.97 18.29 19.76	0.622 0.668 0.720 0.778	196.1 226.1 262.7 306.7	0.3039 0.3505 0.4072 0.4754
	250 300 350 400 500 600	22.73 24.13 25.43 26.62 28.78 31.57	0.895 0.950 1.001 1.048 1.133 1.243	405.9 457.3 507.7 556.5 650.5 782.9	0.6291 0.7088 0.7870 0.8626 1.0082 1.2135
	700 750 800 900 1000	33.38 34.24 35.05 36.68 38.15	1.314 1.348 1.380 1.444 1.502	874.9 920.8 965.0 1057 1143	1.3561 1.4272 1.4957 1.6377 1.7719
	1250 1500 1750 2000	43.92 47.04 49.94 52.63	1.729 1.852 1.966 2.072	1515 1738 1959 2175	2.3479 2.6938 3.0357 3.3719
SF-2, SFF-2	18 16 14	3.073 3.378 3.759	0.121 0.133 0.148	7.419 8.968 11.10	0.0115 0.0139 0.0172
SF-1, SFF-1	18	2.311	0.091	4.194	0.0065
RFH-1, XF,XFF	18	2.692	0.106	5.161	0.0080
TF, TFF, XF,XFF	16	2.997	0.118	7.032	0.0109
TW, XF, XFF, THHW, THW, THW-2	14	3.378	0.133	8.968	0.0139

Tabla 5. Continúa

Tipo	Calibre (AWG o kcmil)	Diámetro aproximado		Área aproximada	
		mm	pulgada	mm^2	$pulgada^2$
TW, THHW, THW, THW-2	12	3.861	0.152	11.68	0.0181
	10	4.470	0.176	15.68	0.0243
	8	5.994	0.236	28.19	0.0437
RHH*, RHW*, RHW-2*	14	4.140	0.163	13.48	0.0209
RHH*, RHW*, RHW-2*, XF, XFF	12	4.623	0.182	16.77	0.0260
Tipo: RHH*, RHW*, RHW-2*, THHN, THHW, THW, THW-2, TFN, TFFN, THWN, THWN-2, XF, XFF					
RHH,* RHW,* RHW-2,* XF, XFF	10	5.232	0.206	21.48	0.0333
RHH*, RHW* RHW-2*	8	6.756	0.266	35.87	0.0556
TW, THW, THHW, THW-2, RHH*,RHW*, RHW-2*	6	7.722	0.304	46.84	0.0726
	4	8.941	0.352	62.77	0.0973
	3	9.652	0.380	73.16	0.1134
	2	10.46	0.412	86.00	0.1333
	1	12.50	0.492	122.6	0.1901
	1/0	13.51	0.532	143.4	0.2223
	2/0	14.68	0.578	169.3	0.2624
	3/0	16.00	0.630	201.1	0.3117
	4/0	17.48	0.688	239.9	0.3718
	250	19.43	0.765	296.5	0.4596
	300	20.83	0.820	340.7	0.5281
	350	22.12	0.871	384.4	0.5958
	400	23.32	0.918	427.0	0.6619
	500	25.48	1.003	509.7	0.7901
	600	28.27	1.113	627.7	0.9729
	700	30.07	1.184	710.3	1.1010
	750	30.94	1.218	751.7	1.1652
	800	31.75	1.250	791.7	1.2272
	900	33.38	1.314	874.9	1.3561
	1000	34.85	1.372	953.8	1.4784
	1250	39.09	1.539	1200	1.8602
	1500	42.21	1.662	1400	2.1695
	1750	45.11	1.776	1598	2.4773
	2000	47.80	1.882	1795	2.7818
TFN, TFFN	18	2.134	0.084	3.548	0.0055
	16	2.438	0.096	4.645	0.0072

(Continúa)

Tabla 5. Continúa

Tipo	Calibre (AWG o kcmil)	Diámetro aproximado		Área aproximada	
		mm	pulgada	mm^2	$pulgada^2$
THHN, THWN, THWN-2	14	2.819	0.111	6.258	0.0097
	12	3.302	0.130	8.581	0.0133
	10	4.166	0.164	13.61	0.0211
	8	5.486	0.216	23.61	0.0366
	6	6.452	0.254	32.71	0.0507
	4	8.230	0.324	53.16	0.0824
	3	8.941	0.352	62.77	0.0973
	2	9.754	0.384	74.71	0.1158
	1	11.33	0.446	100.8	0.1562
	1/0	12.34	0.486	119.7	0.1855
	2/0	13.51	0.532	143.4	0.2223
	3/0	14.83	0.584	172.8	0.2679
	4/0	16.31	0.642	208.8	0.3237
	250	18.06	0.711	256.1	0.3970
	300	19.46	0.766	297.3	0.4608
Tipo: FEP, FEPB, PAF, PAFF, PF, PFA, PFAH, PFF, PGF, PGFF, PTF, PTFF, TFE, THHN, THWN, THWN-2, Z, ZF, ZFF					
THHN, THWN, THWN-2	350	20.75	0.817	338.2	0.5242
	400	21.95	0.864	378.3	0.5863
	500	24.10	0.949	456.3	0.7073
	600	26.70	1.051	559.7	0.8676
	700	28.50	1.122	637.9	0.9887
	750	29.36	1.156	677.2	1.0496
	800	30.18	1.188	715.2	1.1085
	900	31.80	1.252	794.3	1.2311
	1000	33.27	1.310	869.5	1.3478
PF, PGFF, PGF, PFF, PTF, PAF, PTFF, PAFF	18	2.184	0.086	3.742	0.0058
	16	2.489	0.098	4.839	0.0075
PF, PGFF, PGF, PFF, PTF, PAF, PTFF, PAFF, TFE, FEP, PFA, FEPB, PFAH	14	2.870	0.113	6.452	0.0100
TFE, FEP, PFA, FEPB, PFAH	12	3.353	0.132	8.839	0.0137
	10	3.962	0.156	12.32	0.0191
	8	5.232	0.206	21.48	0.0333
	6	6.198	0.244	30.19	0.0468
	4	7.417	0.292	43.23	0.0670
	3	8.128	0.320	51.87	0.0804
	2	8.941	0.352	62.77	0.0973
TFE, PFAH	1	10.72	0.422	90.26	0.1399
TFE, PFA, PFAH, Z	1/0	11.73	0.462	108.1	0.1676
	2/0	12.90	0.508	130.8	0.2027
	3/0	14.22	0.560	158.9	0.2463
	4/0	15.70	0.618	193.5	0.3000
ZF, ZFF	18	1.930	0.076	2.903	0.0045
	16	2.235	0.088	3.935	0.0061

Tabla 5. Continúa

Tipo	Calibre (AWG o kcmil)	Diámetro aproximado		Área aproximada	
		mm	pulgada	mm^2	$pulgada^2$
Z, ZF, ZFF	14	2.616	0.103	5.355	0.0083
Z	12	3.099	0.122	7.548	0.0117
	10	3.962	0.156	12.32	0.0191
	8	4.978	0.196	19.48	0.0302
	6	5.944	0.234	27.74	0.0430
	4	7.163	0.282	40.32	0.0625
	3	8.382	0.330	55.16	0.0855
	2	9.195	0.362	66.39	0.1029
	1	10.21	0.402	81.87	0.1269
Tipo: KF-1, KF-2, KFF-1, KFF-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW					
XHHW, ZW, XHHW-2, XHH	14	3.378	0.133	8.968	0.0139
	12	3.861	0.152	11.68	0.0181
	10	4.470	0.176	15.68	0.0243
	8	5.994	0.236	28.19	0.0437
	6	6.960	0.274	38.06	0.0590
	4	8.179	0.322	52.52	0.0814
	3	8.890	0.350	62.06	0.0962
	2	9.703	0.382	73.94	0.1146
XHHW, XHHW-2, XHH	1	11.23	0.442	98.97	0.1534
	1/0	12.24	0.482	117.7	0.1825
	2/0	13.41	0.528	141.3	0.2190
	3/0	14.73	0.58	170.5	0.2642
	4/0	16.21	0.638	206.3	0.3197
	250	17.91	0.705	251.9	0.3904
	300	19.30	0.76	292.6	0.4536
	350	20.60	0.811	333.3	0.5166
	400	21.79	0.858	373.0	0.5782
	500	23.95	0.943	450.6	0.6984
	600	26.75	1.053	561.9	0.8709
	700	28.55	1.124	640.2	0.9923
	750	29.41	1.158	679.5	1.0532
	800	30.23	1.190	717.5	1.1122
	900	31.85	1.254	796.8	1.2351
	1000	33.32	1.312	872.2	1.3519
	1250	37.57	1.479	1108	1.7180
	1500	40.69	1.602	1300	2.0157
	1750	43.59	1.716	1492	2.3127
	2000	46.28	1.822	1682	2.6073
KF-2, KFF-2	18	1.600	0.063	2.000	0.0031
	16	1.905	0.075	2.839	0.0044
	14	2.286	0.090	4.129	0.0064
	12	2.769	0.109	6.000	0.0093
	10	3.378	0.133	8.968	0.0139
KF-1, KFF-1	18	1.448	0.057	1.677	0.0026
	16	1.753	0.069	2.387	0.0037
	14	2.134	0.084	3.548	0.0055
	12	2.616	0.103	5.355	0.0083
	10	3.226	0.127	8.194	0.0127

*Tipos RHH, RHW y RHW-2 sin cubierta exterior.

Tabla 5A Dimensiones* y áreas nominales de alambres de aluminio y de cobre compacto para edificios

Calibre (AWG o kcmil)	Conductor desnudo		Tipos THW y THHW				Tipo THHN				Tipo XHHW				Calibre (AWG o kcmil)
	Diámetro		Diámetro aproximado		Área aproximada		Diámetro aproximado		Área aproximada		Diámetro aproximado		Área aproximada		
	mm	pulgada	mm	pulgada	mm²	pulgada²	mm	pulgada	mm²	pulgada²	mm	pulgada	mm²	pulgada²	
8	3.404	0.134	6.477	0.255	32.90	0.0510	--	--	--	--	5.690	0.224	25.42	0.0394	8
6	4.293	0.169	7.366	0.290	42.58	0.0660	6.096	0.240	29.16	0.0452	6.604	0.260	34.19	0.0530	6
4	5.410	0.213	8.509	0.335	56.84	0.0881	7.747	0.305	47.10	0.0730	7.747	0.305	47.10	0.0730	4
2	6.807	0.268	9.906	0.390	77.03	0.1194	9.144	0.360	65.61	0.1017	9.144	0.360	65.61	0.1017	2
1	7.595	0.299	11.81	0.465	109.5	0.1698	10.54	0.415	87.23	0.1352	10.54	0.415	87.23	0.1352	1
1/0	8.534	0.336	12.70	0.500	126.6	0.1963	11.43	0.450	102.6	0.1590	11.43	0.450	102.6	0.1590	1/0
2/0	9.550	0.376	13.84	0.545	150.5	0.2332	12.57	0.495	124.1	0.1924	12.45	0.490	121.6	0.1885	2/0
3/0	10.74	0.423	14.99	0.590	176.3	0.2733	13.72	0.540	147.7	0.2290	13.72	0.540	147.7	0.2290	3/0
4/0	12.07	0.475	16.38	0.645	210.8	0.3267	15.11	0.595	179.4	0.2780	14.99	0.590	176.3	0.2733	4/0
250	13.21	0.520	18.42	0.725	266.3	0.4128	17.02	0.670	227.4	0.3525	16.76	0.660	220.7	0.3421	250
300	14.48	0.570	19.69	0.775	304.3	0.4717	18.29	0.720	262.6	0.4071	18.16	0.715	259.0	0.4015	300
350	15.65	0.616	20.83	0.820	340.7	0.5281	19.56	0.770	300.4	0.4656	19.30	0.760	292.6	0.4536	350
400	16.74	0.659	21.97	0.865	379.1	0.5876	20.70	0.815	336.5	0.5216	20.32	0.800	324.3	0.5026	400
500	18.69	0.736	23.88	0.940	447.7	0.6939	22.48	0.885	396.8	0.6151	22.35	0.880	392.4	0.6082	500
600	20.65	0.813	26.67	1.050	558.6	0.8659	25.02	0.985	491.6	0.7620	24.89	0.980	486.6	0.7542	600
700	22.28	0.877	28.19	1.110	624.3	0.9676	26.67	1.050	558.6	0.8659	26.67	1.050	558.6	0.8659	700
750	23.06	0.908	29.21	1.150	670.1	1.0386	27.31	1.075	585.5	0.9076	27.69	1.090	602.0	0.9331	750
900	25.37	0.999	31.09	1.224	759.1	1.1766	30.33	1.194	722.5	1.1196	29.69	1.169	692.3	1.0733	900
1000	26.92	1.060	32.64	1.285	836.6	1.2968	31.88	1.255	798.1	1.2370	31.24	1.230	766.6	1.1882	1000

*Las dimensiones provienen de fuentes de la industria.

Tabla 8. Propiedades de los conductores

Calibre (AWG o kcmil)	Área		Conductores							Resistencia en corriente continua a 75º C (167º F)					
			Trenzado			Total				Cobre					
				Diámetro		Diámetro		Área		No recubiertos		Recubiertos		Aluminio	
	mm²	Mils circulares	Cantidad	mm	pulgada	mm	pulgada	mm²	pulgada²	ohm/ km	ohm/ k pies	ohm/ km	ohm/ k pies	ohm/ km	ohm/ k pies
18	0.823	1620	1	--	--	1.02	0.040	0.823	0.001	25.5	7.77	26.5	8.08	42.0	12.8
18	0.823	1620	7	0.39	0.015	1.16	0.046	1.06	0.002	26.1	7.95	27.7	8.45	42.8	13.1
16	1.31	2580	1	--	--	1.29	0.051	1.31	0.002	16.0	4.89	16.7	5.08	26.4	8.05
16	1.31	2580	7	0.49	0.019	1.46	0.058	1.68	0.003	16.4	4.99	17.3	5.29	26.9	8.21
14	2.08	4110	1	--	--	1.63	0.064	2.08	0.003	10.1	3.07	10.4	3.19	16.6	5.06
14	2.08	4110	7	0.62	0.024	1.85	0.073	2.68	0.004	10.3	3.14	10.7	3.26	16.9	5.17
12	3.31	6530	1	--	--	2.05	0.081	3.31	0.005	6.34	1.93	6.57	2.01	10.45	3.18
12	3.31	6530	7	0.78	0.030	2.32	0.092	4.25	0.006	6.50	1.98	6.73	2.05	10.69	3.25
10	5.261	10380	1	--	--	2.588	0.102	5.26	0.008	3.984	1.21	4.148	1.26	6.561	2.00
10	5.261	10380	7	0.98	0.038	2.95	0.116	6.76	0.011	4.070	1.24	4.226	1.29	6.679	2.04
8	8.367	16510	1	--	--	3.264	0.128	8.37	0.013	2.506	0.764	2.579	0.786	4.125	1.26
8	8.367	16510	7	1.23	0.049	3.71	0.146	10.76	0.017	2.551	0.778	2.653	0.809	4.204	1.28
6	13.30	26240	7	1.56	0.061	4.67	0.184	17.09	0.027	1.608	0.491	1.671	0.510	2.652	0.808
4	21.15	41740	7	1.96	0.077	5.89	0.232	27.19	0.042	1.010	0.308	1.053	0.321	1.666	0.508
3	26.67	52620	7	2.20	0.087	6.60	0.260	34.28	0.053	0.802	0.245	0.833	0.254	1.320	0.403
2	33.62	66360	7	2.47	0.097	7.42	0.292	43.23	0.067	0.634	0.194	0.661	0.201	1.045	0.319
1	42.41	83690	19	1.69	0.066	8.43	0.332	55.80	0.087	0.505	0.154	0.524	0.160	0.829	0.253
1/0	53.49	105600	19	1.89	0.074	9.45	0.372	70.41	0.109	0.399	0.122	0.415	0.127	0.660	0.201
2/0	67.43	133100	19	2.13	0.084	10.62	0.418	88.74	0.137	0.3170	0.0967	0.329	0.101	0.523	0.159
3/0	85.01	167800	19	2.39	0.094	11.94	0.470	111.9	0.173	0.2512	0.0766	0.2610	0.0797	0.413	0.126
4/0	107.2	211600	19	2.68	0.106	13.41	0.528	141.1	0.219	0.1996	0.0608	0.2050	0.0626	0.328	0.100
250	127	--	37	2.09	0.082	14.61	0.575	168	0.260	0.1687	0.0515	0.1753	0.0535	0.2778	0.0847
300	152	--	37	2.29	0.090	16.00	0.630	201	0.312	0.1409	0.0429	0.1463	0.0446	0.2318	0.0707
350	177	--	37	2.47	0.097	17.30	0.681	235	0.364	0.1205	0.0367	0.1252	0.0382	0.1984	0.0605
400	203	--	37	2.64	0.104	18.49	0.728	268	0.416	0.1053	0.0321	0.1084	0.0331	0.1737	0.0529
500	253	--	37	2.95	0.116	20.65	0.813	336	0.519	0.0845	0.0258	0.0869	0.0265	0.1391	0.0424
600	304	--	61	2.52	0.099	22.68	0.893	404	0.626	0.0704	0.0214	0.0732	0.0223	0.1159	0.0353
700	355	--	61	2.72	0.107	24.49	0.964	471	0.730	0.0603	0.0184	0.0622	0.0189	0.0994	0.0303
750	380	--	61	2.82	0.111	25.35	0.998	505	0.782	0.0563	0.0171	0.0579	0.0176	0.0927	0.0282
800	405	--	61	2.91	0.114	26.16	1.030	538	0.834	0.0528	0.0161	0.0544	0.0166	0.0868	0.0265
900	456	--	61	3.09	0.122	27.79	1.094	606	0.940	0.0470	0.0143	0.0481	0.0147	0.0770	0.0235
1000	507	--	61	3.25	0.128	29.26	1.152	673	1.042	0.0423	0.0129	0.0434	0.0132	0.0695	0.0212
1250	633	--	91	2.98	0.117	32.74	1.289	842	1.305	0.0338	0.0103	0.0347	0.0106	0.0554	0.0169
1500	760	--	91	3.26	0.128	35.86	1.412	1011	1.566	0.02814	0.00858	0.02814	0.00883	0.0464	0.0141
1750	887	--	127	2.98	0.117	38.76	1.526	1180	1.829	0.02410	0.00735	0.02410	0.00756	0.0397	0.0121
2000	1013	--	127	3.19	0.126	41.45	1.632	1349	2.092	0.02109	0.00643	0.02109	0.00662	0.0348	0.0106

Notas:

1. Estos valores de resistencia son válidos solamente para los parámetros indicados. Al usar conductores con hilos recubiertos, de distinto tipo de trenzado y especialmente a otras temperaturas, cambia la resistencia.
2. Fórmula para el cambio de temperatura: $R_2 = R_1 [1 + \alpha (T_2 - 75)]$, donde $\alpha_{Cu} = 0.00323$, $\alpha_{Al} = 0.00330$ a 75º C.
3. Los conductores con trenzado compacto o comprimido tienen aproximadamente un 9% y un 3%, respectivamente, menos de diámetro del conductor desnudo que los conductores mostrados. Para las dimensiones reales de los cables compactos, véase la Tabla 5A.
4. Las conductividades usadas, según la IACS: cobre desnudo = 100%, aluminio = 61%.
5. El trenzado de Clase B está listado también como sólido para algunos calibres. Su área y diámetro total son los de la circunferencia circunscrita.

NLM: La información sobre construcción de los cables procede de NEMA WC8-1992 o ANSI/UL 1581-2001. La resistencia se calcula según el National Bureau of Standards Handbook 100, de 1966 y el Handbook 109, de 1972.

Tabla 9. Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 ° C (167º F). Tres conductores individuales en un conduit.

	Ohms al neutro por kilómetro Ohms al neutro por 1000 pies														
	X_L (Reactancia) para todos los alambres		Resistencia en corriente alterna para alambres de cobre sin recubrir			Resistencia en corriente alterna para alambres de aluminio			Z eficaz a FP = 0.85 para alambres de cobre sin recubrir			Z eficaz a FP = 0.85 para alambres de aluminio			
Calibre (AWG o kcmil)	Conduits de PVC o Aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de acero	Calibre (AWG o kcmil)
14	0.190 0.058	0.240 0.073	10.2 3.1	10.2 3.1	10.2 3.1	-- --	-- --	-- --	8.9 2.7	8.9 2.7	8.9 2.7	-- --	-- --	-- --	14
12	0.177 0.054	0.223 0.068	6.6 2.0	6.6 2.0	6.6 2.0	10.5 3.2	10.5 3.2	10.5 3.2	5.6 1.7	5.6 1.7	5.6 1.7	9.2 2.8	9.2 2.8	9.2 2.8	12
10	0.164 0.050	0.207 0.063	3.9 1.2	3.9 1.2	3.9 1.2	6.6 2.0	6.6 2.0	6.6 2.0	3.6 1.1	3.6 1.1	3.6 1.1	5.9 1.8	5.9 1.8	5.9 1.8	10
8	0.171 0.052	0.213 0.065	2.56 0.78	2.56 0.78	2.56 0.78	4.3 1.3	4.3 1.3	4.3 1.3	2.26 0.69	2.26 0.69	2.30 0.70	3.6 1.1	3.6 1.1	3.6 1.1	8
6	0.167 0.051	0.210 0.064	1.61 0.49	1.61 0.49	1.61 0.49	2.66 0.81	2.66 0.81	2.66 0.81	1.44 0.44	1.48 0.45	1.48 0.45	2.33 0.71	2.36 0.72	2.36 0.72	6
4	0.157 0.048	0.197 0.060	1.02 0.31	1.02 0.31	1.02 0.31	1.67 0.51	1.67 0.51	1.67 0.51	0.95 0.29	0.95 0.29	0.98 0.30	1.51 0.46	1.51 0.46	1.51 0.46	4
3	0.154 0.047	0.194 0.059	0.82 0.25	0.82 0.25	0.82 0.25	1.31 0.40	1.35 0.41	1.31 0.40	0.75 0.23	0.79 0.24	0.79 0.24	1.21 0.37	1.21 0.37	1.21 0.37	3
2	0.148 0.045	0.187 0.057	0.62 0.19	0.66 0.20	0.66 0.20	1.05 0.32	1.05 0.32	1.05 0.32	0.62 0.19	0.62 0.19	0.66 0.20	0.98 0.30	0.98 0.30	0.98 0.30	2
1	0.151 0.046	0.187 0.057	0.49 0.15	0.52 0.16	0.52 0.16	0.82 0.25	0.85 0.26	0.82 0.25	0.52 0.16	0.52 0.16	0.52 0.16	0.79 0.24	0.79 0.24	0.82 0.25	1
1/0	0.144 0.044	0.180 0.055	0.39 0.12	0.43 0.13	0.39 0.12	0.66 0.20	0.69 0.21	0.66 0.20	0.43 0.13	0.43 0.13	0.43 0.13	0.62 0.19	0.66 0.20	0.66 0.20	1/0
2/0	0.141 0.043	0.177 0.054	0.33 0.10	0.33 0.10	0.33 0.10	0.52 0.16	0.52 0.16	0.52 0.16	0.36 0.11	0.36 0.11	0.36 0.11	0.52 0.16	0.52 0.16	0.52 0.16	2/0
3/0	0.138 0.042	0.171 0.052	0.253 0.077	0.269 0.082	0.259 0.079	0.43 0.13	0.43 0.13	0.43 0.13	0.289 0.088	0.302 0.092	0.308 0.094	0.43 0.13	0.43 0.13	0.46 0.14	3/0
4/0	0.135 0.041	0.167 0.051	0.203 0.062	0.220 0.067	0.207 0.063	0.33 0.10	0.36 0.11	0.33 0.10	0.243 0.074	0.256 0.078	0.262 0.080	0.36 0.11	0.36 0.11	0.36 0.11	4/0
250	0.135 0.041	0.171 0.052	0.171 0.052	0.187 0.057	0.177 0.054	0.279 0.085	0.295 0.090	0.282 0.086	0.217 0.066	0.230 0.070	0.240 0.073	0.308 0.094	0.322 0.098	0.33 0.10	250
300	0.135 0.041	0.167 0.051	0.144 0.044	0.161 0.049	0.148 0.045	0.233 0.071	0.249 0.076	0.236 0.072	0.194 0.059	0.207 0.063	0.213 0.065	0.269 0.082	0.282 0.086	0.289 0.088	300
350	0.131 0.040	0.164 0.050	0.125 0.038	0.141 0.043	0.128 0.039	0.200 0.061	0.217 0.066	0.207 0.063	0.174 0.053	0.190 0.058	0.197 0.060	0.240 0.073	0.253 0.077	0.262 0.080	350
400	0.131 0.040	0.161 0.049	0.108 0.033	0.125 0.038	0.115 0.035	0.177 0.054	0.194 0.059	0.180 0.055	0.161 0.049	0.174 0.053	0.184 0.056	0.217 0.066	0.233 0.071	0.240 0.073	400

Tabla 9. Continúa

Calibre (AWG o kcmil)	Ohms al neutro por kilómetro / Ohms al neutro por 1000 pies														Calibre (AWG o kcmil)
	X_L (Reactancia) para todos los alambres		Resistencia en corriente alterna para alambres de cobre sin recubrir			Resistencia en corriente alterna para alambres de aluminio			Z eficaz a FP = 0.85 para alambres de cobre sin recubrir			Z eficaz a FP = 0.85 para alambres de aluminio			
	Conduits de PVC o Aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de acero	
500	0.128 0.039	0.157 0.048	0.089 0.027	0.105 0.032	0.095 0.029	0.141 0.043	0.157 0.048	0.148 0.045	0.141 0.043	0.157 0.048	0.164 0.050	0.187 0.057	0.200 0.061	0.210 0.064	500
600	0.128 0.039	0.157 0.048	0.075 0.023	0.092 0.028	0.082 0.025	0.118 0.036	0.135 0.041	0.125 0.038	0.131 0.040	0.144 0.044	0.154 0.047	0.167 0.051	0.180 0.055	0.190 0.058	600
750	0.125 0.038	0.157 0.048	0.062 0.019	0.079 0.024	0.069 0.021	0.095 0.029	0.112 0.034	0.102 0.031	0.118 0.036	0.131 0.040	0.141 0.043	0.148 0.045	0.161 0.049	0.171 0.052	750
1000	0.121 0.037	0.151 0.046	0.049 0.015	0.062 0.019	0.059 0.018	0.075 0.023	0.089 0.027	0.082 0.025	0.105 0.032	0.118 0.036	0.131 0.040	0.128 0.039	0.138 0.042	0.151 0.046	1000

Notas:

1. Estos valores se basan en las siguientes constantes: alambres del tipo RHH del UL con trenzado de Clase B, en configuración acunada. La conductividad de los alambres es del 100 por ciento IACS para cobre y del 61 por ciento IACS para aluminio; la del conduit de aluminio es del 45 por ciento IACS. No se tiene en cuenta la reactancia capacitiva, que es insignificante a estas tensiones. Estos valores de resistencia sólo son válidos a 75° C (167° F) y para los parámetros dados, pero son representativos para los tipos de alambres para 600 volts que operen a 60 Hz.

2. La impedancia (Z) eficaz se define como R cos (θ)+ X sen(θ), en donde θ es el ángulo del factor de potencia del circuito. Al multiplicar la corriente por la impedancia eficaz se obtiene una buena aproximación de la caída de tensión de línea a neutro. Los valores de impedancia eficaz de esta tabla sólo son válidos con un factor de potencia de 0.85. Para cualquier otro factor de potencia (FP) del circuito, la impedancia eficaz (Ze) se puede calcular a partir de los valores de R y X_L dados en esta tabla, como sigue: Ze = R x FP + X_L sen [arc cos (FP)].

Tablas 11(A) y 11(B)

Para propósitos de listado, las Tablas 11(A) y 11(B) proporcionan las limitaciones exigidas para las fuentes de alimentación para las fuentes de alimentación de Clase 2 y de Clase 3. La Tabla 11(A) se aplica a las fuentes de corriente alterna, y la Tabla 11(B) a las fuentes de corriente continua.

La alimentación para los circuitos de Clase 2 y de Clase 3 debe ser: 1) limitadas inherentemente, por lo cual no requieren protección contra sobrecorriente, o 2) no limitadas inherentemente, por lo cual requieren de una combinación de fuente de alimentación y protección contra sobrecorriente. Las fuentes de alimentación diseñadas para interconexión deben estar listadas para ese propósito.

Como parte del listado, las fuentes de alimentación de Clase 2 y de Clase 3 deben estar marcadas en forma duradera y donde sea fácilmente visible, para indicar la clase de alimentación y sus valores eléctricos nominales. Una fuente de alimentación de Clase 2 que no sea adecuada para su uso en lugares mojados debe estar así marcada.

Excepción: Los circuitos de potencia limitada utilizados para equipos listados de tecnología de la información.

Cuando se exijan dispositivos de protección contra sobrecorriente, se deben ubicar en el punto en el que el conductor que se quiera proteger reciba la alimentación y no deben ser intercambiables con dispositivos de mayor valor nominal. Se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecorriente forme parte integral de la fuente de alimentación.

Tabla 11(A) Limitaciones de las fuentes de alimentación de corriente alterna de Clase 2 y de Clase 3

Fuente de alimentación		Fuente de alimentación limitada inherentemente (No se requiere protección contra sobrecorriente)				Fuente de alimentación no limitada inherentemente (Se requiere protección contra sobrecorriente)			
		Clase 2			Clase 3	Clase 2		Clase 3	
Tensión de la fuente V_{max} (volts) (Véase la Nota 1)		0 hasta 20*	Más de 20 y hasta 30*	Más de 30 y hasta 150	Más de 30 y hasta 100	0 hasta 20*	Más de 20 y hasta 30*	Más de 30 y hasta 100	Más de100 y hasta 150
Limitaciones de potencia VA_{max} (voltamperes) (véase la Nota 1)		--	--	--	--	250 (ver Nota 3)	250	250	N.A
Limitaciones de corriente I_{max} (amperes) (véase la Nota 1)		8.0	8.0	0.005	$150/V_{máx}$	$1000/V_{máx}$	$1000/V_{máx}$	$1000/V_{máx}$	1.0
Protección máxima contra sobrecorriente (amperes)		--	--	--	--	5.0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$	1.0
Valores nominales máximos de la fuente de alimentación por placa de características	VA (volt amperes)	$5.0 \times V_{máx}$	100	$0.005 \times V_{máx}$	100	$5.0 \times V_{máx}$	100	100	100
	Corriente (amperes)	5.0	$100/V_{máx}$	0.005	$100/V_{máx}$	5.0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$

*Los intervalos de tensión presentados son para c.a. sinusoidal en lugares interiores o en donde no es probable que ocurra un contacto húmedo. Para condiciones no sinusoidales o de contacto húmedo, véase la Nota 2.

Tabla 11(B) Limitaciones de las fuentes de alimentación de corriente continua de Clase 2 y de Clase 3

Fuente de alimentación		Fuente de alimentación limitada inherentemente (No se requiere protección contra sobrecorriente)					Fuente de alimentación no limitada inherentemente. (Se requiere protección contra sobrecorriente)			
		Clase 2				Clase 3	Clase 2		Clase 3	
Tensión de la fuente V_{max} (volts) (Véase la Nota 1)		0 hasta 20*	Más de 20 y hasta 30*	Más de 30 y hasta 60*	Más de 60 y hasta 150	Más de 60 y hasta 100	0 hasta 20*	Más de 20 y hasta 60*	Más de 60 y hasta 100	Más de 100 y hasta 150
Limitaciones de potencia VA_{max} (voltamperes) (véase la Nota 1)		--	--	--	--	--	250 (véase Nota 3)	250	250	N.A
Limitaciones de corriente I_{max} (amperes) (véase la Nota 1)		8.0	8.0	$150/V_{máx}$	0.005	$150/V_{máx}$	$1000/V_{máx}$	$1000/V_{máx}$	$1000/V_{máx}$	1.0
Protección máxima contra sobrecorriente (amperes)		--	--	--	--	--	5.0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$	1.0
Valores nominales máximos de la fuente de alimentación por placa de características	VA (volt amperes)	$5.0 \times V_{máx}$	100	100	$0.005 \times V_{máx}$	100	$5.0 \times V_{máx}$	100	100	100
	Corriente (amperes)	5.0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$	0.005	$100/V_{máx}$	5.0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$

* Los intervalos de tensión presentados son para c.c. permanente en interiores o en donde no es probable que ocurra un contacto húmedo. Para condiciones de c.c interrumpida o de contacto húmedo, véase la Nota 4.

Notas a las Tablas 11(A) y 11(B)

1: $V_{máx}$, $I_{máx}$, y $VA_{máx}$, se determinan con la impedancia de limitación de corriente en el circuito (sin conectarla en derivación), como sigue: Vmáx: tensión máxima de salida independientemente de la carga con la entrada nominal aplicada.
Imáx: corriente máxima de salida bajo cualquier carga no capacitiva, incluida la de cortocircuito, y con la protección contra sobrecorriente conectada en derivación, si se usa. Cuando un transformador limita la corriente de salida, los límites de $I_{máx}$ se aplican después de un minuto de funcionamiento. Cuando se usa una impedancia de limitación de corriente, listada para ese propósito o que forma parte de un producto listado, en combinación con un transformador de potencia no limitada o una fuente de energía almacenada, como por ejemplo una batería de acumulador, para limitar la corriente de salida, los límites de $I_{máx}$ se aplican después de cinco segundos.
$VA_{máx}$: salida máxima en voltamperes después de 1 minuto de funcionamiento, independientemente de la carga y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente, si se usa, conectado en derivación.
2: Para c.a. no sinusoidal, $V_{máx}$ no debe ser mayor de 42.4 voltios pico. Cuando es probable que ocurra un contacto húmedo (no se incluye la inmersión), se deben usar métodos de alambrado de Clase 3 o $V_{máx}$ no debe ser mayor de 15 volts para c.a. sinusoidal y 21.2 volts pico para c.a. no sinusoidal.
3: Si la fuente de alimentación es un transformador, $VA_{máx}$ es 350 o menos, cuando $V_{máx}$ es 15 o menos.
4: Para c.c. interrumpida a un valor de frecuencia de 10 a 200 Hz, $V_{máx}$ no debe ser mayor de 24.8 volts pico. Cuando es probable que ocurra un contacto húmedo (sin incluir la inmersión), se deben utilizar métodos de alambrado de Clase 3, o $V_{máx}$ no debe ser mayor a 30 volts para c.c. permanente; 12.4 volts pico para c.c. interrumpida a un valor de frecuencia de 10 a 200 Hz.

Tablas 12(A) y 12(B)

Para efectos de listado, las Tablas 12(A) y 12(B) presentan las limitaciones de las fuentes de alimentación exigidas para fuentes de alarma contra incendios de potencia limitada. La Tabla 12(A) se aplica a las fuentes de corriente alterna y la Tabla 12(B) a las fuentes de corriente continua.

La alimentación para circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada debe ser: (1) limitada inherentemente, que no requiere protección contra sobrecorriente o (2) no limitada inherentemente, que requiere que la potencia esté limitada por una combinación de fuente de alimentación y protección contra sobrecorriente.

Como parte del listado, las fuentes de alimentación para PLFA (alarmas contra incendios de potencia limitada, por sus siglas en inglés) deben estar marcadas de modo bien visible y duradero, indicando que se trata de una fuente de alimentación para un circuito de alarma contra incendios de potencia limitada.

El dispositivo de protección contra sobrecorriente, cuando se exija, se debe instalar en el punto donde el conductor que se quiere proteger recibe la alimentación, y no debe ser intercambiable con dispositivos de mayor valor nominal. Se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecorriente forme parte integral de la fuente de alimentación.

Tabla 12(A) Limitaciones para las fuentes de alimentación de corriente alterna para PLFA (alarmas contra incendios de potencia limitada)

Fuente de alimentación		Fuente de alimentación limitada inherentemente. (No se requiere protección contra sobrecorriente)			Fuente de alimentación no limitada inherentemente. (Se requiere protección contra sobrecorriente)		
Tensión de la fuente V_{max} (volts) (Véase la Nota 1)		0 hasta 20 y hasta 30	Más de 20 y hasta 100	Más de 30	0 hasta 20 y hasta 100	Más de 20 hasta 150	Más de 100 y
Limitaciones de potencia VA_{max} (voltamperes) (véase la Nota 1)		--	--	--	250 (ver Nota 2)	250	N.A
Limitaciones de corriente I_{max} (amperes) (véase la Nota 1)		8.0	8.0	$150/V_{máx}$	$1000/V_{máx}$	$1000/V_{máx}$	1.0
Protección máxima contra sobrecorriente (amperes)		--	--	--	5.0	$100/V_{máx}$	1.0
Valores nominales máximos de la fuente de alimentación por placa de características	VA (voltamperes)	$5.0 \times V_{máx}$	100	100	$5.0 \times V_{máx}$	100	100
	Corriente (amperes)	5.0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$	5.0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$

Tabla 12(B) Limitaciones para las fuentes de alimentación de corriente continua para PLFA (alarmas contra incendios de potencia limitada)

Fuente de alimentación		Fuente de alimentación limitada inherentemente. (No se requiere protección contra sobrecorriente)			Fuente de alimentación no limitada inherentemente. (Se requiere protección contra sobrecorriente)		
Tensión de la fuente V_{max} (volts) (Véase la Nota 1)		0 hasta 20 y hasta 30	Más de 20 y hasta 100	Más de 30	0 hasta 20 y hasta 100	Más de 20 hasta 150	Más de 100 y
Limitaciones de potencia VA_{max} (voltamperes) (véase la Nota 1)		--	--	--	250 (véase Nota 2)	250	N.A
Limitaciones de corriente I_{max} (amperes) (véase la Nota 1)		8.0	8.0	$150/V_{máx}$	$1000/V_{máx}$	$1000/V_{máx}$	1.0
Protección máxima contra sobrecorriente (amperes)		--	--	--	5.0	$100/V_{máx}$	1.0
Valores nominales máximos de la fuente de alimentación por placa de características	VA (voltamperes)	$5.0 \times V_{máx}$	100	100	$5.0 \times V_{máx}$	100	100
	Corriente (amperes)	5.0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$	5.0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$

Notas a las Tablas 12(A) y 12(B)

1. $V_{máx}$, $I_{máx}$ y $VA_{máx}$ se determinan como sigue:
$V_{máx}$: tensión máxima de salida independientemente de la carga con la entrada nominal aplicada
$I_{máx}$: corriente máxima de salida bajo cualquier carga no capacitiva, incluida la de cortocircuito, y con la protección contra sobrecorriente, si se usa, conectada en derivación. Cuando un transformador limita la corriente de salida, los límites de $I_{máx}$ se aplican después de 1 minuto de funcionamiento. Cuando se usa una impedancia de limitación de corriente, listada para ese propósito, en combinación con un transformador de potencia no limitada o una fuente de energía almacenada, como por ejemplo una batería de acumulador, para limitar la corriente de salida, los límites de $I_{máx}$ se aplican después de 5 segundos.
$VA_{máx}$: salida máxima en voltamperes después de 1 minuto de funcionamiento, independientemente de la carga y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente, si se usa, conectado en derivación. La impedancia de limitación de corriente no se debe conectar en derivación cuando se determinan $I_{máx}$ y $VA_{máx}$.
2. Si la fuente de alimentación es un transformador, $VA_{máx}$ es 350 o menos, cuando $V_{máx}$ es igual o menor a 15.

ANEXO A. Normas de seguridad de productos

El Anexo A no constituye parte de los requisitos de este documento de la NFPA sino que se incluye con propósitos informativos únicamente.

Este anexo informativo suministra una lista de normas de seguridad de producto utilizadas para la listado de productos, cuando este Código exige tal listado. Se reconoce que esta lista es actual en el momento de la publicación, pero que se pueden presentar normas nuevas o modificaciones a las existentes, en cualquier momento mientras se realiza la edición de este Código.

Este anexo no constituye una parte obligatoria de los requisitos de este Código sino que está proyectado únicamente para proporcionar a los usuarios de éste una guía informativa sobre las características del producto en las cuales se han basado los requisitos de este Código.

Nombre de la norma del producto	Número de la norma del producto
Number Antenna-Discharge Units	UL 452
Arc-Fault Circuit-Interrupters	UL 1699
Armored Cable	UL 4
Attachment Plugs and Receptacles	UL 498
Audio/Video and Musical Instrument Apparatus for Household, Commercial, and Similar General Use	UL 60065
Audio-Video Products and Accessories	UL 1492
Busways	UL 857
Cables - Thermoplastic-Insulated Underground Feeder and Branch-Circuit Cables	UL 493
Cables - Thermoplastic-Insulated Wires and Cables	UL 83
Cables - Thermoset-Insulated Wires and Cables	UL 44
Cable and Cable Fittings for Use in Hazardous (Classified) Locations	UL 2225
Cables for Non-Power-Limited Fire-Alarm Circuits	UL 1425
Cables for Power-Limited Fire-Alarm Circuits	UL 1424
Capacitors	UL 810
Cellular Metal Floor Raceways and Fittings	UL 209
Circuit Integrity (CI) Cable - UL Out line of Investigation for Fire Tests for Electrical Circuit Protective Systems	Subject 1724
Circuit Integrity (CI) Cable - Tests of Fire Resistive Cables	UL 2196
Class 2 and Class 3 Transformers	UL 1585
Class 2 Power Units	UL 1310
Combustible Gas Detectors, Performance Requirements	ISA 12.13.01
Commercial Audio Equipment	UL 813
Communication Circuit Accessories	UL 1863
Communications Cables	UL 444
Community-Antenna Television Cables	UL 1655
Conduit, Tubing, and Cable Fittings	UL 514B
Conduit - Type EB and A Rigid PVC Conduit and HDPE Conduit	UL 651A
Continuous Length HDPE Conduit	UL 651B HDPE
BHDPE Control Centers for Changing Message Type Electric Signs	UL 1433
Cord Sets and Power-Supply Cords	UL 817
Cover Plates for Flush-Mounted Wiring Devices	UL 514D
Data-Processing Cable	UL 1690
Dead-Front Switchboards	UL 891
Electric Motors	UL 1004
Electric Sign Components	UL 879
Electric Signs	UL 48
Electric Spas, Equipment Assemblies, and Associated Equipment	UL 1563
Electric Vehicle (EV) Charging System Equipment	UL 2202
Electric Water Heaters for Pools and Tubs	UL 1261
Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 11: Intrinsic Safety "i"	ISA 60079-11/UL 60079-11
Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 15: Type of Protection "n"	ISA60079-15/UL 60079-15
Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations Type of Protection - Encapsulation "m"	ISA S12.23.01/UL 60079-18
Electrical Apparatus for Use in Class I, Zones O & 1 Hazardous (Classified) Locations: General Requirements	ISA12.0.01/UL 60079-0
Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations:Type of Protection - IncreasedSafety "e"	ISA S12.16.01/UL 60079-7
Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations:Type of Protection - Flameproof "d"	ISA S12.22.01/UL 60079-1
Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations: Type of Protection - Powder Filling "q"	ISA S12.25.01/UL 60079-5
Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations: Type of Protection - Oil-Immersion "O"	ISA S12.26.01/UL 60079-6

Nombre de la norma del producto	Número de la norma del producto
Electrical Apparatus for Use in Zone 20, Zone 21,and Zone 22 Hazardous (Classified) Locations - Protection by Encapsulation "mD"	ISA 61241-18 (12.10.07)
Electrical Apparatus for Use in Zone 20, Zone 21, and Zone 22 Hazardous (Classified) Locations - Protection by Enclosure "td"	ISA 61241-1(12.10.03)
Electrical Apparatus for Use in Zone 20, Zone 21, and Zone 22 Hazardous (Classified) Locations - General Requirements	ISA 61241-0 (12.10.02)
Electrical Apparatus for Use in Zone 20, Zone 21, and Zone 22 Hazardous (Classified) Locations - Protection by Intrinsic Safety "iD"	ISA 61241-11 (12.10.06)
Electrical Apparatus for Use in Zone 21 and Zone 22 Hazardous (Classified) Locations - Protection by Pressurization "pD"	ISA 61241-2 (12.10.04)
Electrical Heating Appliances	UL 499
Electrical Intermediate Metal Conduit - Steel	UL 1242
Electrical Metallic Tubing - Aluminum	UL797A
Electrical Metallic Tubing - Steel	UL 797
Electrical Nonmetallic Tubing	UL 1653
Electrical Rigid Metal Conduit - Steel	UL 6
Electric-Battery-Powered Industrial Trucks	UL 583
Electromechanical Contactors and Motor Starters	UL60947-4-1
Emergency Lighting and Power Equipment	UL 924
Enclosed and Dead-Front Switches	UL 98
Enclosures for Electrical Equipment	UL 50
Energy Management Equipment	UL 916
Explosion proof and Dust-Ignition-Proof Electrical Equipment for Use in Hazardous (Classified) Locations	UL 1203
Fire Pump Controllers	UL 218
Fire Resistive Cables	UL 2196
Fixture Wire	UL 66
Flame Propagation Height of Electrical and Optical-Fiber Cables Installed Vertically in Shafts	UL 1666
Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels	UL 1703
Flexible Cords	UL 62
Flexible Lighting Products	UL 2388
Flexible Metal Conduit	UL 1
Fluorescent-Lamp Ballasts	UL 935
Gas and Vapor Detectors and Sensors	UL 2075
Gas-Burning Heating Appliances for Manufactured Homes and Recreational Vehicles	UL 307B
Gas-Fired Cooking Appliances for Recreational Vehicles	UL 1075
Gas-Tube-Sign Cable	UL 814
General-Use Snap Switches	UL 20
Ground-Fault Circuit-Interrupters	UL 943
Ground-Fault Sensing and Relaying Equipment	UL 1053
Grounding and Bonding Equipment	UL 467
Hardware for the Support of Conduit, Tubing and Cable	UL 2239
Heating and Cooling Equipment	UL 1995
High-Intensity-Discharge Lamp Ballasts	UL 1029
High Voltage Industrial Control Equipment	UL 347
Household Refrigerators and Freezers	UL 250
Industrial Battery Chargers	UL 1564
Industrial Control Equipment	UL 508
Industrial Control Panels	UL 508A
Industrial Control Panels UL 508A Instrumentation Tray Cable	UL 2250
Insulated Wire Connector Systems for Underground Use or in Dampor Wet Locations	UL 486D
Inverters, Converters, Controllers and Interconnection System Equipment for Use with Distributed Energy Resources	UL 1741
Isolated Power Systems Equipment	UL 1047
Junction Boxes for Swimming Pool Luminaires	UL 1241
Liquid Fuel-Burning Heating Appliances for Manufactured Homes and Recreational Vehicles	UL 307A
Liquid-Tight Flexible Nonmetallic Conduit	UL 1660
Liquid-Tight Flexible Steel Conduit	UL 360
Lithium Batteries	UL 1642
Low-Voltage Fuses - Part 1:General Requirements	UL 248-1
Low-Voltage Fuses - Part 2: Class C Fuses	UL 248-2
Low-Voltage Fuses - Part3:Class CA and CB Fuses	UL 248-3
Low-Voltage Fuses - Part 4:Class CC Fuses	UL 248-4
Low-Voltage Fuses - Part 5: Class G Fuses	UL 248-5
Low-Voltage Fuses - Part 6: Class H Non-Renewable Fuses	UL 248-6
Low-Voltage Fuses - Part 7: Class H Renewable Fuses	UL 248-7
Low-Voltage Fuses - Part 8: Class J Fuses	UL 248-8
Low-Voltage Fuses - Part 9:Class K Fuses	UL 248-9
Low-Voltage Fuses - Part 10:Class L Fuses	UL 249-10
Low-Voltage Fuses - Part 11: Plug Fuses	UL 248-11

Nombre de la norma del producto	Número de la norma del producto
Low-Voltage Fuses - Part 12: Class R Fuses	UL 248-12
Low-Voltage Fuses - Part 13: Semiconductor Fuses	UL 248-13
Low-Voltage Fuses - Part 14: Supplemental Fuses	UL 248-14
Low-Voltage Fuses - Part 15: Class T Fuses	UL 248-15
Low-Voltage Fuses - Part 16:Test Limiters	UL 248-16
Low-Voltage Landscape Lighting Systems	UL 1838
Low-Voltage Lighting Fixtures for Use in Recreational Vehicles	UL 234
Low-Voltage Luminaires	UL 2108
Luminaire Reflector Kits for Installation on Previously Installed Fluorescent Luminaires, Supplemental Requirements	UL 1598
Machine-Tool Wires and Cables	UL 1063
Medical Electrical Equipment - Part 1: General Requirements	UL 60601-1
Medium-Voltage Power Cables	UL 1072
Metal-Clad Cables	UL 1569
Metal-Clad Cables and Cable-Sealing Fittings for Use in Hazardous (Classified) Locations	UL 2225
Metallic Outlet Boxes	UL 514A
Mobile Home Pipe Heating Cable	UL 1462
Molded-Case Circuit Breakers, Molded-Case Switches, and Circuit-Breaker Enclosures	UL 489
Motor Control Centers	UL 845
Motor-Operated Appliances	UL 73
Neon Transformers and Power Supplies	UL 2161
Nonincendive Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2 and Class III, Divisions 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations	ISA-12.12.01
Nonmetallic Outlet Boxes, Flush-Device Boxes, and Covers	UL 514C
Nonmetallic Surface Raceways and Fittings	UL 5A
Nonmetallic Underground Conduit with Conductors	UL 1990
Office Furnishings	UL 1286
Optical Fiber Cable	UL 1651
Optical Fiber and Communication Cable Raceway	UL 2024
Panelboards	UL 67
Performance Requirements, Combustible Gas Detectors	ISA 12.13.01
Personal Protection Systems for Electric Vehicle Supply Circuits: General Requirements	UL2231-1
Personal Protection Systems for Electric Vehicle Supply Circuits: Particular Requirements for Protection Devices for Use in Charging Systems	UL2231-2
Plugs, Receptacles and Couplers for Electrical Vehicles	UL2251
Portable Electric Luminaires	UL 153
Portable Power Distribution Units	UL 1640
Potting Compounds for Swimming Pool, Fountain, and Spa Equipment	UL 676A
Power Conversion Equipment	UL 508C
Power Outlets	UL 231
Power Units Other Than Class 2	UL 1012
Power-Limited Circuit Cables	UL 13
Professional Video and Audio Equipment	UL 1419
Protectors for Coaxial Communications Circuits	UL 497C
Protectors for Data Communication and Fire Alarm Circuits	UL 497B
Protectors for Paired Conductor Communications Circuits	UL 497
Reference Standard for Electrical Wires, Cables, and Flexible Cords	UL 1581
Reinforced Thermosetting Resin Conduit (RTRC) and Fittings	UL 1684
Residential Pipe Heating Cable	UL 2049
Requirements for Process Sealing Between Electrical Systems and Potentially Flammable or Combustible Process Fluids	ISA 12.27.01
Roof and Gutter De-Icing Cable Units	UL 1588
Room Air Conditioners	UL 484
Safety of Information Technology Equipment, Part 1: General Requirements	UL 60950-1
Safety of Information Technology Equipment, Part 21: Remote Power Feeding	UL 60950-21
Schedule 40 and 80 Rigid PVC Conduit and Fittings	UL 651
Seasonal and Holiday Decorative Products	UL 588
Secondary Protectors for Communications Circuits	UL 497A
Self-Ballasted Lamps and Lamp Adapters	UL 1993
Service-Entrance Cables	UL 854
Smoke Detectors for Fire Alarm Signaling Systems	UL 268
Specialty Transformers	UL 506
Splicing Wire Connectors	UL 486C
Stage and Studio Lighting	UL 1573
Standby Batteries	UL 1989
Stationary Engine Generator Assemblies	UL 2200
Strut-Type Channel Raceways and Fittings	UL 5B
Supplemental Requirements for Extra-Heavy Wall Reinforced Thermosetting Resin Conduit (RTRC) and Fittings	UL 1684A
Surface Metal Raceways and Fittings	UL 5

Nombre de la norma del producto	Número de la norma del producto
Surface Raceways and Fittings for Use with Data, Signal and Control Circuits	UL 5C
Surge Arresters - Gapped Silicon-Carbide Surge Arresters for AC Power Circuits I	IEEE C62.1
Surge Arresters - Metal-Oxide Surge Arresters for AC Power Circuits	IEEE C62.11
Swimming Pool Pumps, Filters, and Chlorinators	UL 1081
Telephone Equipment	UL 1459
Transfer Switch Equipment	UL 1008
Transient Voltage Surge Suppressors	UL 1449
Underfloor Raceways and Fittings	UL 884
Underwater Luminaires and Submersible Junction Boxes	UL 676
Uninterruptible Power Systems	UL 1778
Vacuum Cleaners, Blower Cleaners, and Household Floor Finishing Machines	UL 1017
Waste Disposers	UL 430
Wire Connectors	UL 486A-486B
Wireways, Auxiliary Gutters, and Associated Fittings	UL 870

Anexo B. Información de aplicación para los cálculos de la ampacidad

Este anexo no forma parte de los requisitos de este documento de la NFPA y se incluye exclusivamente para efectos informativos.

B.310.15(B)(1) Información para la aplicación de las fórmulas. Este anexo ofrece información relacionada con las capacidades de corriente calculadas bajo la supervisión de ingenieros.

B.310.15(B)(2) Aplicaciones típicas cubiertas por las tablas. En las Tablas B.310.1 a B.310.10 se muestran las ampacidades típicas para conductores de 0 a 2000 volts nominales. Para los conductores de 0 a 5000 volts nominales se emplean las configuraciones de bancos de ductos eléctricos subterráneos, que se detallan en las Figuras B.310.3, B.310.4 y B.310.5. En las Figuras B.310.2 a B.310.5, cuando se empleen bancos de ductos adyacentes, es suficiente una separación de 1.5 m (5 pies) entre los centros de los ductos más próximos de cada grupo, o de 1.2 m (4 pies) entre los extremos de las cubiertas de concreto para evitar la disminución de la capacidad de los conductores (aplicación de los factores de corrección) debido al calentamiento mutuo. Estas ampacidades han sido calculadas como se indica en el informe básico de cálculo de ampacidades, AIEE Paper 57-660, "The Calculation of the Temperature Rise and Load Capability of Cable Systems", de J. H. Neher y M. H. McGrath. Para más información sobre la aplicación de estas ampacidades, véanse las publicaciones, IEEE/ICEA Standard S-135/P-46-426, Power Cable Ampacities, e IEEE Standard 835-1994, Standard Power Cable Ampacity Tables.

Algunos valores típicos de resistividad térmica (Rho) son:

Suelo promedio (el 90 por ciento del suelo en Estados Unidos) = 90
Concreto = 55
Suelo húmedo (zonas costeras, tabla de nivel freático) = 60
Papel aislante = 550
Polietileno (PE) = 450
Cloruro de polivinilo (PVC) = 650
Goma (caucho) y similares = 500
Suelo muy seco (rocoso o arenoso) = 120

La resistividad térmica, tal como se emplea en este anexo, se refiere a la capacidad de transferencia de calor por conducción a través de una sustancia. Es la inversa de la conductividad térmica y se expresa normalmente en ° C-cm/W. Para más información sobre la determinación de la resistividad térmica del suelo (Rho), véase la publicación ANSI/IEEE Standard 442-1996 Guide for Soil Thermal Resistivity Measurements.

B.310.15(B)(3) Modificaciones de los criterios. Cuando se conocen los valores del factor de carga y de Rho para la instalación de un banco de ductos eléctricos en particular, y sean distintos de los que aparecen en una tabla o figura específicas de este Anexo, se pueden modificar las ampacidades mostradas en la tabla o figura, aplicando los factores derivados del uso de la Figura B.310.1.

Cuando dos ampacidades diferentes se apliquen a partes adyacentes de un circuito, la ampacidad e más alta se puede utilizar más allá del punto de transición, a una distancia igual a 3 m (10 pies) o el 10 por ciento de la longitud del circuito calculada en la mayor ampacidad, la que sea menor.

Cuando la profundidad del enterramiento directo o la del banco de ductos para circuitos eléctricos se modifiquen respecto a los valores que aparecen en una figura o en una tabla, se pueden modificar las ampacidades es como se indica en los siguientes apartados (a) y (b):

(a) Cuando se incrementen las profundidades de enterramiento de una o varias partes de un ducto eléctrico para evitar obstáculos subterráneos, no es necesario reducir la ampacidad de los conductores, siempre que la longitud total de las partes del conducto que van a mayor profundidad para evitar obstáculos, sea inferior al 25 por ciento de la longitud total del tramo.

(b) Cuando las profundidades de enterramiento sean mayores de las que aparecen en una tabla o en una figura, para una ampacidad específica subterránea, se puede aplicar un factor de corrección para la ampacidad del 6 por ciento por cada 300 mm (1 pie) de incremento de la profundidad, para todos los valores de Rho. Cuando se disminuya la profundidad de enterramiento no es necesario modificar las ampacidades (aplicar factores de corrección).

B.310.15(B)(4) Ductos eléctricos. En la sección 310.60 se define el término "ducto(s) eléctrico(s)".

B.310.15(B)(5) Tablas B.310.6 y B.310.7.

(a) Para obtener la ampacidad de cables instalados en dos ductos eléctricos situados en una fila horizontal con una separación de 190 mm (7.5 pulgadas) entre los centros de los ductos eléctricos, similar a lo que se muestra en el Detalle 1 de la Figura B.310.2, se multiplica por 0.88 la ampacidad mostrada para un ducto en las Tablas B.310.6 y B.310.7.

(b) Para obtener la ampacidad de cables instalados en cuatro conductos eléctricos, situados en una fila horizontal con una separación entre centros de los conductos eléctricos de 190 mm (7.5 pulgadas), similar a lo que se muestra en el Detalle 2 de la Figura B.310.2, se multiplica por 0.94 la ampacidad mostrada para tres ductos eléctricos, en las Tablas B.310.6 y B.310.7.

B.310.15(B)(6) Ductos eléctricos utilizados según la Figura B.310.2. Si la separación entre los ductos eléctricos, como se muestra en la Figura B.310.2, es menor a lo especificado en dicha figura, cuando los ductos eléctricos entran desde la instalación subterránea en los encerramientos de los equipos, no es necesario reducir la ampacidad de los conductores contenidos en dichos ductos.

B.310.15(B)(7) Ejemplos que muestran la aplicación de la Figura B.310.1 para modificar la ampacidad en bancos de ductos eléctricos. La Figura B.310.1 se usa para interpolar o extrapolar los valores de Rho y del factor de carga para los cables instalados en ductos eléctricos. Las curvas de la parte superior muestran la variación de la ampacidad y de Rho para un factor de carga unitario en términos de I_1, la ampacidad para Rho = 60 y un factor de carga del 50 por ciento. En cada curva se representa una relación I_2/I_1 particular, siendo I_2 la ampacidad para Rho = 120 y un factor de carga del 100 por ciento.

Las curvas de la parte inferior muestran la relación entre Rho y el factor de carga que daría prácticamente la misma ampacidad que el valor indicado de Rho a un factor de carga del 100 por ciento.

Por ejemplo, para encontrar la ampacidad de un circuito con cables de cobre de 500 kcmils para seis ductos eléctricos, como se muestra en la Tabla B.310.5: a Rho = 60, factor de carga = 50, I_1 = 583; para Rho = 120 y factor de carga = 100, I_2 = 400. La relación I_2/I_1 = 0.686. Se localiza Rho = 90 en la parte inferior del gráfico y se sigue la línea de Rho =90 hasta su intersección con la curva del factor de carga de 100 por ciento, donde el Rho equivalente = 90. Después se sigue la línea de Rho = 90 hasta una relación I_2/I_1 = 0.686, donde F = 0.74. La ampacidad deseada será = 0.74 x 583 = 431, que coincide con la de la tabla para Rho = 90 y factor de carga = 100 por ciento.

Para determinar la ampacidad para el mismo circuito, cuando Rho = 80 y factor de carga = 75 a partir de la Figura B.310.1, el Rho equivalente = 43, F = 0.855 y la ampacidad deseada es 0.855 x 583 = 498 amperes. Los valores para utilizar con la Figura B.310.1 se encuentran en las tablas de ampacidad para bancos de ductos eléctricos de este anexo.

Cuando el factor de carga sea menor al 100 por ciento y se pueda verificar por medición o cálculo, se puede modificar la ampacidad de las instalaciones de bancos de ductos eléctricos como se indicó. De la misma manera se pueden ajustar a diferentes valores de Rho.

Tabla B.310.1 Ampacidades de dos o tres conductores aislados, de 0 a 2000 volts nominales, con un recubrimiento general (cable multiconductor) en una canalización al aire libre, con base en una temperatura ambiente de 30° C (86° F).

	Temperatura nominal del conductor (véase la Tabla 310.13)						
	60º C (140º F)	75º C (167º F)	90º C (194º F)	60º C (140º F)	75º C (167º F)	90º C (194º F)	
	Tipos TW, UF	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, ZW	Tipos THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RWH-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Tipo TW	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW	Tipos THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RWH-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
Calibre (AWG o kcmil)	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			Calibre (AWG o kcmil)
14	16*	18*	21*	--	--	--	14
12	20*	24*	27*	16*	18*	21*	12
10	27*	33*	36*	21*	25*	28*	10
8	36	43	48	28	33	37	8
6	48	58	65	38	45	51	6
4	66	79	89	51	61	69	4
2	76	90	102	59	70	79	3
3	88	105	119	69	83	93	2
1	102	121	137	80	95	106	1
1/0	121	145	163	94	113	127	1/0
2/0	138	166	186	108	129	146	2/0
3/0	158	189	214	124	147	167	3/0
4/0	187	223	253	147	176	197	4/0

Tabla B.310.1 Continúa

Calibre (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (véase la Tabla 310.13)						Calibre (AWG o kcmil)
	60º C (140º F)	75º C (167º F)	90º C (194º F)	60º C (140º F)	75º C (167º F)	90º C (194º F)	
	Tipos TW, UF	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, ZW	Tipos THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RWH-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Tipo TW	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW	Tipos THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RWH-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
250	205	245	276	160	192	217	250
300	234	281	317	185	221	250	300
350	255	305	345	202	242	273	350
400	274	328	371	218	261	295	400
500	315	378	427	254	303	342	500
600	343	413	468	279	335	378	600
700	376	452	514	310	371	420	700
750	387	466	529	321	384	435	750
800	397	479	543	331	397	450	800
900	415	500	570	350	421	477	900
1000	448	542	617	382	460	521	1000

Factores de corrección

Temp. amb. (° C)	Para temperaturas ambiente distintas de 30° C (86° F), multiplicar las ampacidades mostradas anteriormente por el factor adecuado de los siguientes						Temp. amb. (º F)
21-25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04	70-77
26-30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	79-86
31-35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96	88-95
36-40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91	97-104
41-45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87	106-113
46-50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	115-122
51-55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76	124-131
56-60	--	0.58	0.71	--	0.58	0.71	133-140
61-70	--	0.33	0.58	--	0.33	0.58	142-158
71-80	--	--	0.41	--	--	0.41	160-176

*Si no se permite específicamente otra cosa en otro lugar de este Código, la protección contra sobrecorriente para los tipos de conductores marcados con asterisco (*) no debe ser mayor a 15 amperes para el calibre del 14 AWG, 20 amperes para el 12 AWG y 30 amperes para el 10 AWG; o 15 amperes para el 12 AWG y 25 amperes para el 10 AWG para los conductores de aluminio y de aluminio recubierto de cobre.

Tabla B.310.3. Ampacidades de cables multiconductores con no más de tres conductores aislados, de 0 a 2000 volts nominales al aire libre, con base en una temperatura ambiente de 40° C (104° F). (Para cables de los tipos TC, MC, MI, UF y USE)

Calibre (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310.3)								Calibre (AWG o kcmil)
	60º C (140º F)	75º C (167º F)	85º C (185º F)	90º C (194º F)	60º C (140º F)	75º C (167º F)	85º C (185º F)	90º C (194º F)	
	COBRE				ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE				
18	--	--	--	11*	--	--	--	--	18
16	--	--	--	16*	--	--	--	--	16
14	18*	21*	24*	25*	--	--	--	--	14
12	21*	28*	30*	32*	18*	21*	24*	25*	12
10	28*	36*	41*	43*	21*	28*	30*	32*	10
8	39	50	56	59	30	39	44	46	8
6	52	68	75	79	41	53	59	61	6
4	69	89	10	104	54	70	78	81	4
3	81	104	116	121	63	81	91	95	3
2	92	118	132	138	72	92	103	108	2
1	107	138	154	161	84	108	120	126	1
1/0	124	160	178	186	97	125	139	145	1/0
2/0	143	184	206	215	111	144	160	168	2/0
3/0	165	213	238	249	129	166	185	194	3/0
4/0	190	245	274	287	149	192	214	224	4/0
250	212	274	305	320	166	214	239	250	250
300	237	306	341	357	186	240	268	280	300
350	261	337	377	394	205	265	296	309	350
400	281	363	406	425	222	287	317	334	400
500	321	416	465	487	255	330	368	385	500
600	354	459	513	538	284	368	410	429	600
700	387	502	565	589	306	405	462	473	700
750	404	523	586	615	328	424	473	495	750
800	415	539	604	633	339	439	490	513	800
900	438	570	639	670	362	469	514	548	900
1000	461	601	674	707	385	499	558	584	1000

Factores de corrección

Temp. amb. (º C)	Para temperaturas ambiente distintas de 40° C (104° F), multiplicar las anteriores ampacidades por el factor adecuado de los siguientes								Temp. amb. (º F)
21-25	1.32	1.20	1.15	1.14	1.32	1.20	1.15	1.14	70-77
26-30	1.22	1.13	1.11	1.10	1.22	1.13	1.11	1.10	79-86
31-35	1.12	1.07	1.05	1.05	1.12	1.07	1.05	1.05	88-95
36-40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	97-104
41-45	0.87	0.93	0.94	0.95	0.87	0.93	0.94	0.95	106-113
46-50	0.71	0.85	0.88	0.89	0.71	0.85	0.88	0.89	115-122
51-55	0.50	0.76	0.82	0.84	0.50	0.76	0.82	0.84	124-131
56-60	--	0.65	0.75	0.77	--	0.65	0.75	0.77	133-140
61-70	--	0.38	0.58	0.63	--	0.38	0.58	0.63	142-158
71-80	--	--	0.33	0.44	--	--	0.33	0.44	160-176

*Si no se permite específicamente otra cosa en otro lugar de este Código, la protección contra sobrecorriente para estos tipos de conductores no debe ser mayor a: 15 amperes para el 14 AWG, 20 amperes para el 12 AWG y 30 amperes para el 10 AWG, para conductores de cobre; o 15 amperes para el 12 AWG y 25 amperes para el 10 AWG, para los conductores de aluminio o de aluminio recubierto de cobre

Tabla B.310.5. Ampacidad de conductores sencillos aislados, de 0 a 2000 volts nominales, en ductos eléctricos subterráneos no magnéticos (un conductor por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20° C (68° F) y los ductos eléctricos dispuestos como en la Figura B.310.2, temperatura del conductor 75° C (167° F)

	3 Ductos eléctricos (Fig. B.310.2, Detalle 2)			6 Ductos eléctricos (Fig. B.310.2, Detalle 3)			9 Ductos eléctricos (Fig. B.310.2, Detalle 4)			3 Ductos eléctricos (Fig. B.310.2, Detalle 2)			6 Ductos eléctricos (Fig. B.310.2, Detalle 3)			9 Ductos eléctricos (Fig. B.310.2, Detalle 4)			
	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW USE			
Calibre (kcmil)	COBRE									ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE									Calibre (kcmil)
	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	
250	410	344	327	386	295	275	369	270	252	320	269	256	302	230	214	288	211	197	250
350	503	418	396	472	355	330	446	322	299	393	327	310	369	277	258	350	252	235	350
500	624	511	484	583	431	400	545	387	360	489	401	379	457	337	313	430	305	284	500
750	794	640	603	736	534	494	674	469	434	626	505	475	581	421	389	538	375	347	750
1000	936	745	700	864	617	570	776	533	493	744	593	557	687	491	453	629	432	399	1000
1250	1055	832	781	970	686	632	854	581	536	848	668	627	779	551	508	703	478	441	1250
1500	1160	907	849	1063	744	685	918	619	571	941	736	689	863	604	556	767	517	477	1500
1750	1250	970	907	1142	793	729	975	651	599	1026	796	745	937	651	598	823	550	507	1750
2000	1332	1027	959	1213	836	768	1030	683	628	1103	850	794	1005	693	636	877	581	535	2000
Temp. amb. (º C)	Factores de corrección																		Temp. amb. (º F)
6-10	1.09			1.09			1.09			1.09			1.09			1.09			43-50
11-15	1.04			1.04			1.04			1.04			1.04			1.04			52-59
16-20	1.00			1.00			1.00			1.00			1.00			1.00			61-68
21-25	0.95			0.95			0.95			0.95			0.95			0.95			70-77
26-30	0.90			0.90			0.90			0.90			0.90			0.90			79-86

Tabla B.310.6. Ampacidades de tres conductores aislados, de 0 a 2000 volts nominales dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por conducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20° C (68° F) y los ductos eléctricos dispuestos como en la Figura B.310.2, temperatura del conductor 75° C (167° F)

	1 Ductos eléctricos (Fig. B.310.2, Detalle 1)			3 Ductos eléctricos (Fig. B.310.2, Detalle 2)			6 Ductos eléctricos (Fig. B.310.2, Detalle 3)			1 Ductos eléctricos (Fig. B.310.2, Detalle 1)			3 Ductos eléctricos (Fig. B.310.2, Detalle 2)			6 Ductos eléctricos (Fig. B.310.2, Detalle 3)			
	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW USE			
Calibre (kcmil)	COBRE									ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE									Calibre (kcmil)
	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	
8	58	54	53	56	48	46	53	42	39	45	42	41	43	37	36	41	32	30	8
6	77	71	69	74	63	60	70	54	51	60	55	54	57	49	47	54	42	39	6
4	101	93	91	96	81	77	91	69	65	78	72	71	75	63	60	71	54	51	4
2	132	121	118	126	105	100	119	89	83	103	94	92	98	82	78	92	70	65	2
1	154	140	136	146	121	114	137	102	95	120	109	106	114	94	89	107	79	74	1
1/0	177	160	156	168	137	130	157	116	107	138	125	122	131	107	101	122	90	84	1/0
2/0	203	183	178	192	156	147	179	131	121	158	143	139	150	122	115	140	102	95	2/0
3/0	233	210	204	221	178	158	205	148	137	182	164	159	172	139	131	160	116	107	3/0
4/0	268	240	232	253	202	190	234	168	155	209	187	182	198	158	149	183	131	121	4/0
250	297	265	256	280	222	209	258	184	169	233	207	201	219	174	163	202	144	132	250
350	363	321	310	340	267	250	312	219	202	285	252	244	267	209	196	245	172	158	350
500	444	389	375	414	320	299	377	261	240	352	308	297	328	254	237	299	207	190	500
750	552	478	459	511	388	362	462	314	288	446	386	372	413	314	293	374	254	233	750
1000	628	539	518	579	435	405	522	351	321	521	447	430	480	361	336	433	291	266	1000
Temp. amb. (º C)	Factores de corrección																		Temp. amb. (º F)
6-10	1.09			1.09			1.09			1.09			1.09			1.09			43-50
11-15	1.04			1.04			1.04			1.04			1.04			1.04			52-59
16-20	1.00			1.00			1.00			1.00			1.00			1.00			61-68
21-25	0.95			0.95			0.95			0.95			0.95			0.95			70-77
26-30	0.90			0.90			0.90			0.90			0.90			0.90			79-86

Tabla B.310.7. Ampacidades de tres conductores sencillos aislados, de 0 a 2000 volts nominales, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente del suelo de 20° C (68° F) y los ductos eléctricos dispuestos como en la Figura B.310.2, temperatura del conductor 75° C (167° F)

	1 Ductos eléctricos (Fig. B.310.2, Detalle 1)			3 Ductos eléctricos (Fig. B.310.2, Detalle 2)			6 Ductos eléctricos (Fig. B.310.2, Detalle 3)			1 Ductos eléctricos (Fig. B.310.2, Detalle 1)			3 Ductos eléctricos (Fig. B.310.2, Detalle 2)			6 Ductos eléctricos (Fig. B.310.2, Detalle 3)			
	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW USE			
Calibre (kcmil)	COBRE									ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE									Calibre (kcmil)
	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	
8	63	58	57	61	51	49	57	44	41	49	45	44	47	40	38	45	34	32	8
6	84	77	75	80	67	63	75	56	53	66	60	58	63	52	49	59	44	41	6
4	111	100	98	105	86	81	98	73	67	86	78	76	79	67	63	77	57	52	4
3	129	116	113	122	99	94	113	83	77	101	91	89	83	77	73	84	65	60	3
2	147	132	128	139	112	106	129	93	86	115	103	100	108	87	82	101	73	67	2
1	171	153	147	161	128	121	149	106	98	133	119	115	126	100	94	116	83	77	1
1/0	197	175	169	185	146	137	170	121	111	153	136	132	144	114	107	133	94	87	1/0
2/0	226	200	193	212	166	156	194	136	126	176	156	151	165	130	121	151	106	98	2/0
3/0	260	228	220	243	189	177	222	154	142	203	178	172	189	147	138	173	121	111	3/0
4/0	301	263	253	280	215	201	255	175	161	235	205	198	219	168	157	199	137	126	4/0
250	334	290	279	310	236	220	281	192	176	261	227	218	242	185	172	220	150	137	250
300	373	321	308	344	260	242	310	210	192	293	252	242	272	204	190	245	165	151	300
350	409	351	337	377	283	264	340	228	209	321	276	265	296	222	207	266	179	164	350
400	442	376	361	394	302	280	368	243	223	349	297	284	321	238	220	288	191	174	400
500	503	427	409	460	341	316	412	273	249	397	338	323	364	270	250	326	216	197	500
600	552	468	447	511	371	343	457	296	270	446	373	356	408	296	274	365	236	215	600
700	602	509	486	553	402	371	492	319	291	488	408	389	443	321	297	394	255	232	700
750	632	529	505	574	417	385	509	330	301	508	425	405	461	334	309	409	265	241	750
800	654	544	520	597	428	395	527	338	308	530	439	418	481	344	318	427	273	247	800
900	692	575	549	628	450	415	554	355	323	563	466	444	510	365	337	450	288	261	900
1000	730	605	576	659	472	435	581	372	338	597	494	471	538	385	355	475	304	276	1000
Temp. amb. (º C)	Factores de corrección																		Temp. amb. (º F)
6-10	1.09			1.09			1.09			1.09			1.09			1.09			43-50
11-15	1.04			1.04			1.04			1.04			1.04			1.04			52-59
16-20	1.00			1.00			1.00			1.00			1.00			1.00			61-68
21-25	0.95			0.95			0.95			0.95			0.95			0.95			70-77
26-30	0.90			0.90			0.90			0.90			0.90			0.90			79-86

Tabla B.310.8. Ampacidades de dos o tres conductores aislados, de 0 a 2000 volts nominales, cableados dentro de un recubrimiento general (dos o tres conductores), directamente enterrados en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20° C (68° F) , dispuestos como en la Figura B.310.2, factor de carga del 100%, resistencia térmica (Rho) de 90

	1 Cable (Fig. B.310.2, Detalle 5)		2 Cables (Fig. B.310.2, Detalle 6)		1 Cable (Fig. B.310.2, Detalle 5)		2 Cables (Fig. B.310.2, Detalle 6)		
	60º C (140º F)	75º C (167º F)	60º C (140º F)	75º C (167º F)	60º C (140º F)	75º C (167º F)	60º C (140º F)	75º C (167º F)	
	TIPOS				TIPOS				
	UF	RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	UF	RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	UF	RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	UF	RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	
Calibre (AWG o kcmil)	COBRE				ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE				Calibre (AWG o kcmil)
8	64	75	60	70	51	59	47	55	8
6	85	100	81	95	68	75	60	70	6
4	107	125	100	117	83	97	78	91	4
2	137	161	128	150	107	126	110	117	2
1	155	182	145	170	121	142	113	132	1
1/0	177	208	165	193	138	162	129	151	1/0
2/0	201	236	188	220	157	184	146	171	2/0
3/0	229	269	213	250	179	210	166	195	3/0
4/0	259	304	241	282	203	238	188	220	4/0
250	--	333	--	308	--	261	--	241	250
350	--	401	--	370	--	315	--	290	350
500	--	481	--	442	--	381	--	250	500
750	--	585	--	535	--	473	--	433	750
1000	--	657	--	600	--	545	--	497	1000
Temp. amb. (º C)	Factores de corrección								Temp. amb. (º F)
6-10	1.12	1.09	1.12	1.09	1.12	1.09	1.12	1.09	43-50
11-15	1.06	1.04	1.06	1.04	1.06	1.04	1.06	1.04	52-59
16-20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	61-68
21-25	0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95	70-77
26-30	0.87	0.90	0.87	0.90	0.87	0.90	0.87	0.90	79-86

Nota: Para las capacidades de corriente de los cables del tipo UF en conductos eléctricos subterráneos, multiplicar las capacidades de corriente mostradas en esta tabla por 0.74.

Tabla B.310.9. Ampacidades de tres ternas de conductores sencillos aislados, de 0 a 2000 volts nominales, directamente enterrados en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20° C (68° F), dispuestos como en la Figura B.310.2, factor de carga del 100%, resistencia térmica (Rho) de 90

	Ver Fig. B.310.2, Detalle 7		Ver Fig. B.310.2, Detalle 8		Ver Fig. B.310.2, Detalle 7		Ver Fig. B.310.2, Detalle 8		
	60º C (140º F)	75º C (167º F)	60º C (140º F)	75º C (167º F)	60º C (140º F)	75º C (167º F)	60º C (140º F)	75º C (167º F)	
	TIPOS				TIPOS				
	UF	USE	UF	USE	UF	USE	UF	USE	
Calibre (AWG o kcmil)	COBRE				ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE				Calibre (AWG o kcmil)
8	72	84	66	77	55	65	51	60	8
6	91	107	84	99	72	84	66	77	6
4	119	139	109	128	92	108	85	100	4
2	153	179	140	164	119	139	109	128	2
1	173	203	159	186	135	158	124	145	1
1/0	197	231	181	212	154	180	141	165	1/0
2/0	223	262	205	240	175	205	159	187	2/0
3/0	254	298	232	272	199	233	181	212	3/0
4/0	289	339	263	308	226	265	206	241	4/0
250	--	370	--	336	--	289	--	263	250
350	--	445	--	403	--	349	--	316	350
500	--	536	--	483	--	424	--	382	500
750	--	654	--	587	--	525	--	471	750
1000	--	744	--	665	--	608	--	544	1000
Temp. amb. (º C)	Factores de corrección								Temp. amb. (º F)
6-10	1.12	1.09	1.12	1.09	1.12	1.09	1.12	1.09	43-50
11-15	1.06	1.04	1.06	1.04	1.06	1.04	1.06	1.04	52-59
16-20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	61-68
21-25	0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95	70-77
26-30	0.87	0.90	0.87	0.90	0.87	0.90	0.87	0.90	79-86

Tabla B.310.10. Ampacidades de tres conductores sencillos aislados, de 0 a 2000 volts nominales, directamente enterrados en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20° C (68° F), dispuestos como en la Figura B.310.2, factor de carga del 100%, resistencia térmica (Rho) de 90

	Ver Fig. B.310.2, Detalle 9		Ver Fig. B.310.2, Detalle 10		Ver Fig. B.310.2, Detalle 9		Ver Fig. B.310.2, Detalle 10		
	60º C (140º F)	75º C (167º F)	60º C (140º F)	75º C (167º F)	60º C (140º F)	75º C (167º F)	60º C (140º F)	75º C (167º F)	
	TIPOS				TIPOS				
	UF	USE	UF	USE	UF	USE	UF	USE	
Calibre (AWG o kcmil)	COBRE				ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE				Calibre (AWG o kcmil)
8	84	98	78	92	66	77	61	72	8
6	107	126	101	118	84	98	78	92	6
4	139	163	130	152	108	127	101	118	4
2	178	209	165	194	139	163	129	151	2
1	201	236	187	219	157	184	146	171	1
1/0	230	270	212	249	179	210	165	194	1/0
2/0	261	306	241	283	204	239	188	220	2/0
3/0	297	348	274	321	232	272	213	250	3/0
4/0	336	394	309	362	262	307	241	283	4/0
250	--	429	--	394	--	335	--	308	250
350	--	516	--	474	--	403	--	370	350
500	--	626	--	572	--	490	--	448	500
750	--	767	--	700	--	605	--	552	750
1000	--	887	--	808	--	706	--	642	1000
1250	--	979	--	891	--	787	--	716	1250
1500	--	1063	--	965	--	862	--	783	1500
1750	--	1133	--	1027	--	930	--	843	1750
2000	--	1195	--	1082	--	990	--	897	2000
Temp. amb. (º C)	Factores de corrección								Temp. amb. (º F)
6-10	1.12	1.09	1.12	1.09	1.12	1.09	1.12	1.09	43-50
11-15	1.06	1.04	1.06	1.04	1.06	1.04	1.06	1.04	52-59
16-20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	61-68
21-25	0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95	70-77
26-30	0.87	0.90	0.87	0.90	0.87	0.90	0.87	0.90	79-86

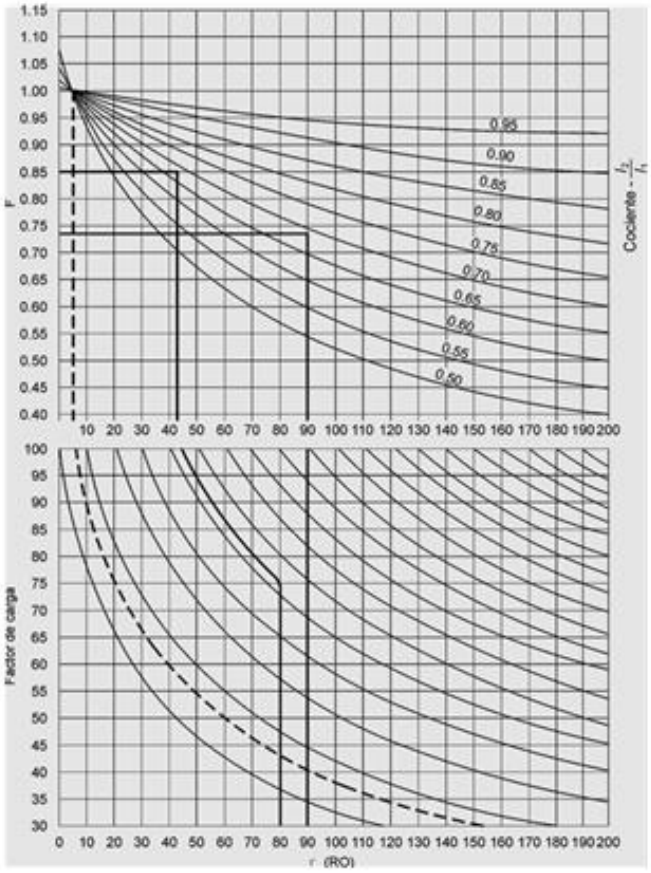


Figura B.310.1 Gráfica de interpolación para cables en un banco de ductos. I_1 = ampacidad para Rho = 60, factor de carga = 50%; I_2 = ampacidad para Rho = 120, factor de carga = 100%; ampacidad deseada = F x I_1.

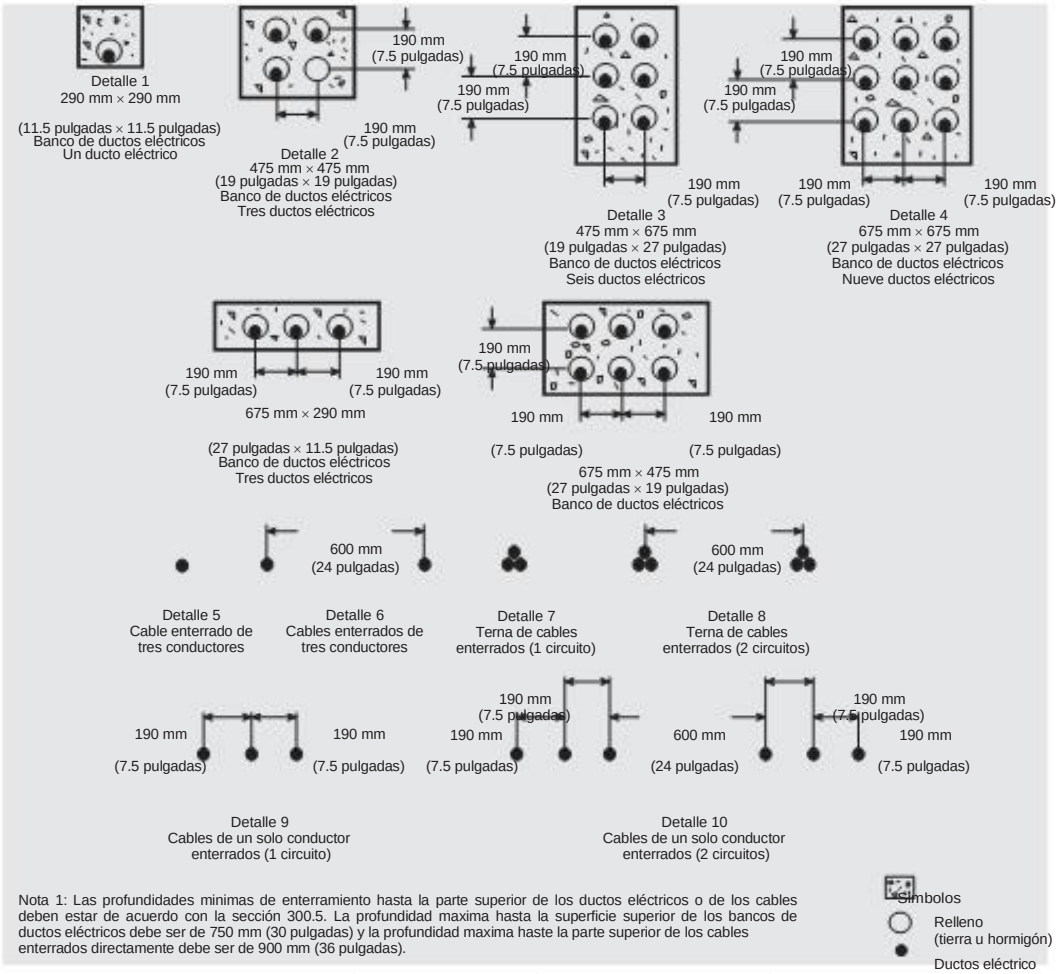
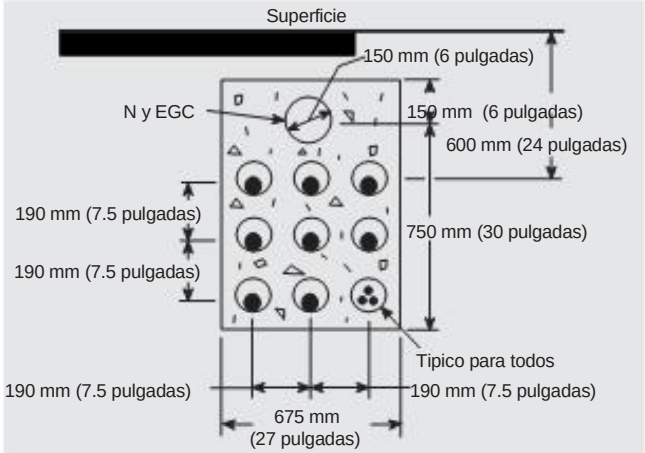


Figura B.310.2 Dimensiones de las instalaciones de cables para usar con las Tablas B.310.5 hasta B.310.10.



Criterios de diseño:
Ductos para el conductor del neutro (N) y para el conductor de puesta a tierra de equipos (EGC) = 150 mm (6 pulgadas)
Ductos para la fase = 75 a 125 mm (3 a 5 pulgadas)
Número de cables por ducto = 3

Número de cables por fase = 9
Rho del concreto = Rho de la tierra - 5

Rho del ducto de PVC = 650
Rho del aislamiento de los cables = 500
Rho de la chaqueta de los cables = 650

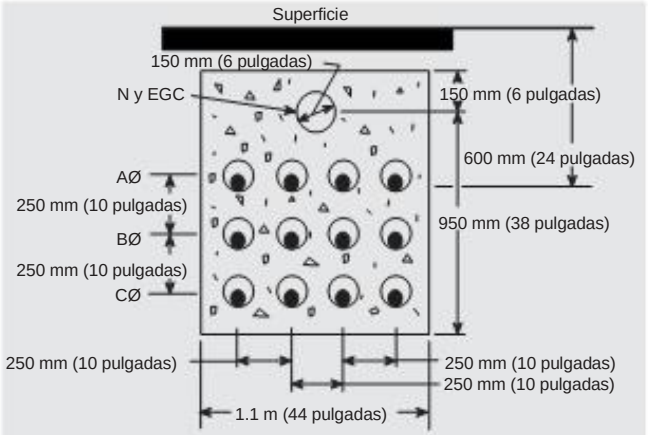
Notas:
1. La configuración del neutro según la sección 300.5(1) Excepción No. 2 para instalaciones de fase separada en ductos no magnéticos.
2. Las fases en las filas o columnas son A, B, C. Cuando se utilicen ductos eléctricos magnéticos, los conductores se instalan en configuración A, B, C en cada ductos con el neutro y todos los conductores de puesta a tierra de equipos en el mismo ductos. En este caso se elimina en ductos de 6 pulgadas del neutro.
3. La carga máxima de armónicos en el conductor del neutro no puede superar el 50% de la corriente de fase para las ampacidad mostradas en la tabla.
4. Las pantallas metálicas de los cables del tipo MV-90 se deben poner a tierra sólo en un punto cuando se use la disposición A, B, C de las filas en las filas o columnas.

Calibre kcmil	TIPOS RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, o MV-90*			Calibre kcmil
	Corriente nominal total por fase en amperes			
	RHO DE LA TIERRA 60, F. DE CARGA 50	RHO DE LA TIERRA 90, F. DE CARGA 100	RHO DE LA TIERRA 120, F. DE CARGA 100	
250	2340 (260A/Cable)	1530 (170A/Cable)	1395 (155A/Cable)	250
350	2790 (310A/Cable)	1800 (200A/Cable)	1665 (185A/Cable)	350
500	3375 (375A/Cable)	2160 (240A/Cable)	1980 (220A/Cable)	500

Temp. amb. (º C)	Para temperaturas ambiente distintas de 20° C (68° C), multiplicar las anteriores ampacidades por el factor adecuado de los siguientes					Temp. amb. (º F)
6-10	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	43-50
11-15	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	52-59
16-20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	61-68
21-25	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	70-77
26-30	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	79-86

*Limitado a la temperatura del conductor de 75° C.

NLM Figura B.310.3 Ampacidades de conductores sencillos aislados, de 0 a 5000 volts nominales en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), nueve cables de un solo conductor por fase, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20° C (68° F) y temperatura de los conductores de 75° C (167° F).



Criterios de diseño:
Ductos para el conductor del neutro (N) y para el conductor de puesta a tierra de equipos (EGC) = 150 mm (6 pulgadas)
Ductos para la fase = 75 mm (3 pulgadas)
Materiales de los conductores = cobre
Número de cables por ducto = 1

Número de cables por fase = 4
Rho del concreto = Rho de la tierra - 5

Rho del ducto de PVC = 650
Rho del aislamiento de los cables = 500
Rho de la chaqueta de los cables = 650

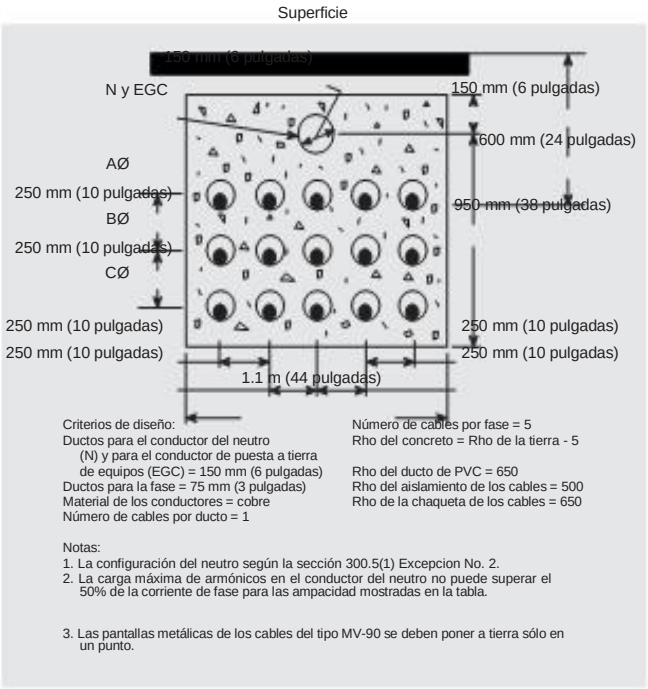
Notas:
1. La configuración del neutro según la sección 300.5(1) Excepcion No. 2.
2. La carga máxima de armónicos en el conductor del neutro no puede superar el 50% de la corriente de fase para las ampacidades mostradas en la tabla.
3. Las pantallas metálicas de los cables del tipo MV-90 se deben poner a tierra sólo en un punto.

Calibre kcmil	TIPOS RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, o MV-90*			Calibre kcmil
	Corriente nominal total por fase en amperes			
	RHO DE LA TIERRA 60, F. DE CARGA 50	RHO DE LA TIERRA 90, F. DE CARGA 100	RHO DE LA TIERRA 120, F. DE CARGA 100	
750	2820 (705A/Cable)	1860 (465A/Cable)	1680 (420A/Cable)	750
1000	3300 (825A/Cable)	2140 (535A/Cable)	1920 (480A/Cable)	1000
1250	3700 (925A/Cable)	2380 (595A/Cable)	2120 (530A/Cable)	1250
1500	4060 (1015A/Cable)	2580 (645A/Cable)	2300 (575A/Cable)	1500
1750	4360 (1090A/Cable)	2740 (685A/Cable)	2460 (615A/Cable)	1750

Temp. amb. (º C)	Para temperaturas ambiente distintas de 20° C (68° C), multiplicar las anteriores ampacidades por el factor adecuado de los siguientes					Temp. amb. (º F)
6-10	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	43-50
11-15	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	52-59
16-20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	61-68
21-25	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	70-77
26-30	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	79-86

*Limitado a la temperatura del conductor de 75° C.

NLM Figura B.310.4 Ampacidades para conductores sencillos aislados, de 0 a 5000 volts, en ductos eléctricos subterráneos no magnéticos (un conductor por ducto eléctrico), cuatro cables de un solo conductor por fase, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20° C (68° F) y temperatura de los conductores de 75° C (167° F).



Calibre kcmil	TIPOS RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, o MV-90*			Calibre kcmil
	Corriente nominal total por fase en amperes			
	RHO DE LA TIERRA 60, F. DE CARGA 50	RHO DE LA TIERRA 90, F. DE CARGA 100	RHO DE LA TIERRA 120, F. DE CARGA 100	
2000	5575 (1115A/Cable)	3375 (675A/Cable)	3000 (600A/Cable)	2000

Temp. amb. (º C)	Para temperaturas ambiente distintas de 20° C (68° C), multiplicar las anteriores ampacidades por el factor adecuado de los siguientes					Temp. amb. (º F)
6-10	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	43-50
11-15	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	52-59
16-20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	61-68
21-25	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	70-77
26-30	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	79-86

*Limitado a la temperatura del conductor de 75° C.

NLM Figura B.310.5 Ampacidades para conductores sencillos aislados, de 0 a 5000 volts en ductos eléctricos subterráneos no magnéticos (un conductor por ducto eléctrico), cinco cables de un solo conductor por fase, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20° C (68° F) y

temperatura de los conductores de 75° C (167° F).

Tabla B.310.11 Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o en un cable, con diversidad de carga.

Número de conductores portadores de corriente	Porcentaje de los valores de las tablas ajustados según la temperatura ambiente, si fuera necesario
4 - 6	80
7 - 9	70
10 - 24	70*
25 - 42	60*
43 - 85	50*

* Estos factores incluyen los efectos de una diversidad de carga del 50%.

NLM: El límite de las ampacidades para el número de conductores portadores de corriente de 10 hasta 85 se basa en la siguiente fórmula. Para más de 85 conductores, se requieren cálculos especiales que están más allá del alcance de esta tabla.

$$A_2 = \sqrt[0.5N]{\frac{}{E}} \times (A_1), \text{ o } A_1, \text{ el que sea el menor}$$

Donde:

A_1 = Ampacidad, según las Tablas: 310.16, 310.18, B.310.1, B.310.6 y B.310.7, multiplicada por el factor adecuado según la Tabla B.310.11.

N = número total de conductores utilizados para obtener el factor de multiplicación de la Tabla B.310.11

E = número deseado de conductores portadores de corriente en la canalización o cable.

A_2 = Límite de la ampacidad para los conducto res portadores de corriente en la canalización o cable.

Ejemplo No. 1

Calcular el límite de la ampacidad para 12 conductores portadores de corriente calibre 14 AWG, THWN (75° C) en una canalización que contiene 24 conductores.

$$A_2 = \sqrt[(0.5)(24)]{12} \times 20\ (0.7)$$

= 14 amperes (p.e. diversidad del 50%)

Ejemplo No. 2

Calcular el límite de ampacidad para 18 conductores portadores de corriente calibre 14 AWG, THWN (75° C) en una canalización que contiene 24 conductores.

$$A_2 = \sqrt[(0.5)(24)]{18} \times 20\ (0.7) = 11.5 \text{ amperes}$$

Anexo C. Tablas de ocupación de conduit y de tuberías para conductores y alambres para accesorios de igual calibre

Este anexo no forma parte de los requisitos de este documento de la NFPA y se incluye exclusivamente para efectos informativos.

Tabla	Página
C.1- Tubería eléctrica metálica (EMT)	812
C.1(A)* - Tubería eléctrica metálica (EMT)	816
C.2 - Tubería eléctrica no metálica (ENT)	817
C.2(A)* - Tubería eléctrica no metálica (ENT)	821
C.3 - Conduit metálico flexible (FMC)	822
C.3(A)* - Conduit metálico flexible (FMC)	826
C.4 - Conduit metálico intermedio (IMC)	827
C.4(A)* - Conduit metálico intermedio (IMC)	831
C.5 - Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (tipo LFNC-B)	832
C.5(A)* - Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (tipo LFNC-B)	836
C.6 - Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (tipo LFNC-A)	837
C.6(A)* - Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (tipo LFNC-A)	841
C.7 - Conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC)	842
C.7(A)* - Conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC)	846
C.8 - Conduit metálico rígido (RMC)	847
C.8(A)* - Conduit metálico rígido (RMC)	851
C.9 - Conduit rígido de PVC, Cédula 80	852
C.9(A)* - Conduit rígido de PVC, Cédula 80	856
C.10 - Conduit rígido de PVC, Cédula 40 y conduit HDPE	857
C.10(A)* - Conduit rígido de PVC, Cédula 40 y conduit HDPE	861
C.11 - Conduit rígido de PVC, tipo A	862
C.11(A)* - Conduit rígido de PVC, tipo A	866
C.12 - Conduit de PVC, tipo EB	867
C.12(A)* - Conduit de PVC, tipo EB	870

* Cuando se usa esta tabla junto con las Tablas C.1 hasta C.12, los conductores instalados deben ser del tipo compacto.

Tabla C.1 Número máximo de conductores o alambres para artefactos en tubería eléctrica metálica (EMT) (con base en la Tabla 1 del Capítulo 9)

CONDUCTORES											
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)									
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)
RHH, RHW, RHW-2	14	4	7	11	20	27	46	80	120	157	201
	12	3	6	9	17	23	38	66	100	131	167
	10	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
	8	1	2	4	7	9	16	28	42	55	70
	6	1	1	3	5	8	13	22	34	44	56
	4	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
	3	1	1	1	4	5	9	15	23	30	38
	2	1	1	1	3	4	7	13	20	26	33
	1	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	1/0	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
	2/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17
	3/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	4/0	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	250	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9
	300	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	350	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	400	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	500	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6
	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	700	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	750	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	800	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
TW	14	8	15	25	43	58	96	168	254	332	424
	12	6	11	19	33	45	74	129	195	255	326
	10	5	8	14	24	33	55	96	145	190	243
	8	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
RHH* RHW* RHW-2* THHW, THW, THW-2	14	6	10	16	28	39	64	112	169	221	282
RHH* RHW* RHW-2* THHW, THW	12	4	8	13	23	31	51	90	136	177	227
	10	3	6	10	18	24	40	70	106	138	177
RHH* RHW* RHW-2* THHW, THW THW-2	8	1	4	6	10	14	24	42	63	83	106

Tabla C.1 (Continuación)

CONDUCTORES

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial) 16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)
RHH, RHW, RHW-2 TW, THW, THHW, THW-2	6	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
	4	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
	3	1	1	3	5	7	12	20	31	40	52
	2	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
	1	1	1	1	3	4	7	12	18	24	31
	1/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	2/0	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	3/0	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
	4/0	0	0	1	1	1	3	6	9	12	16
	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11
	350	0	0	0	1	1	1	4	6	7	10
	400	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9
	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	600	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	800	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5
	900	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	1000	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
THHN, THWN, THWN-2	14	12	22	35	61	84	138	241	364	476	608
	12	9	16	26	45	61	101	176	266	347	443
	10	5	10	16	28	38	63	111	167	219	279
	8	3	6	9	16	22	36	64	96	126	161
	6	2	4	7	12	16	26	46	69	91	116
	4	1	2	4	7	10	16	28	43	56	71
	3	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
	2	1	1	3	5	7	11	20	30	40	51
	1	1	1	1	4	5	8	15	22	29	37
	1/0	1	1	1	3	4	7	12	19	25	32
	2/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	3/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	22
	4/0	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18
	250	0	0	1	1	1	3	6	9	11	15
	300	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	350	0	0	1	1	1	2	4	6	9	11
	400	0	0	0	1	1	1	4	6	8	10
	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	700	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	900	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4
	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

(Continúa)

Tabla C.1 (Continuación)

CONDUCTORES

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)									
		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	14	12	21	34	60	81	134	234	354	462	590
	12	9	15	25	43	59	98	171	258	337	430
	10	6	11	18	31	42	70	122	185	241	309
	8	3	6	10	18	24	40	70	106	138	177
	6	2	4	7	12	17	28	50	75	98	126
	4	1	3	5	9	12	20	35	53	69	88
	3	1	2	4	7	10	16	29	44	57	73
	2	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
PFA, PFAH, TFE	1	1	1	2	4	6	9	16	25	33	42
PFAH, TFE, PFA, PFAH, TFE,Z	1/0	1	1	1	3	5	8	14	21	27	35
	2/0	0	1	1	3	4	6	11	17	22	29
	3/0	0	1	1	2	3	5	9	14	18	24
	4/0	0	1	1	1	2	4	8	11	15	19
Z	14	14	25	41	72	98	161	282	426	556	711
	12	10	18	29	51	69	114	200	302	394	504
	10	6	11	18	31	42	70	122	185	241	309
	8	4	7	11	20	27	44	77	117	153	195
	6	3	5	8	14	19	31	54	82	107	137
	4	1	3	5	9	13	21	37	56	74	94
	3	1	2	4	7	9	15	27	41	54	69
	2	1	1	3	6	8	13	22	34	45	57
	1	1	1	2	4	6	10	18	28	36	46
XHH, XHHW, XHHW-2 ZW	14	8	15	25	43	58	96	168	254	332	424
	12	6	11	19	33	45	74	129	195	255	326
	10	5	8	14	24	33	55	96	145	190	243
	8	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
	6	1	3	6	10	14	22	39	60	78	100
	4	1	2	4	7	10	16	28	43	56	72
	3	1	1	3	6	8	14	24	36	48	61
	2	1	1	3	5	7	11	20	31	40	51
XHH, XHHW, XHHW-2	1	1	1	1	4	5	8	15	23	30	38
	1/0	1	1	1	3	4	7	13	19	25	32
	2/0	0	1	1	2	3	6	10	16	21	27
	3/0	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	4/0	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18
	250	0	0	1	1	1	3	6	9	12	15
	300	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	350	0	0	1	1	1	2	4	7	9	11
	400	0	0	0	1	1	1	4	6	8	10
	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6
	700	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6
	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	900	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4
	1000	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Tabla C.1 (Continuación)

ALAMBRES PARA ARTEFACTOS

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)					
		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
FFH-2, FH-2, RFHH-3	18	8	14	24	41	56	92
	16	7	12	20	34	47	78
SF-2, SFF-2	18	10	18	30	52	71	116
	16	8	15	25	43	58	96
	14	7	12	20	34	47	78
SF-1, SFF-1	18	18	33	53	92	125	206
RFHH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	18	14	24	39	68	92	152
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	16	11	19	31	55	74	123
XF, XFF	14	8	15	25	43	58	96
TFN, TFFN	18	22	38	63	108	148	244
	16	17	29	48	83	113	186
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	18	21	36	59	103	140	231
	16	16	28	46	79	108	179
	14	12	21	34	60	81	134
ZF, ZFF, ZHF, HF, HFF	18	27	47	77	133	181	298
	16	20	35	56	98	133	220
	14	14	25	41	72	98	161
KF-2, KFF-2	18	39	69	111	193	262	433
	16	27	48	78	136	185	305
	14	19	33	54	93	127	209
	12	13	23	37	64	87	144
	10	8	15	25	43	58	96
KF-1, KFF-1	18	46	82	133	230	313	516
	16	33	57	93	161	220	362
	14	22	38	63	108	148	244
	12	14	25	41	72	98	161
	10	9	16	27	47	64	105
XF, XFF	12	4	8	13	23	31	51
	10	3	6	10	18	24	40

Notas:
1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para los conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C.1 (A).
2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.
*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C.1(A) Número máximo de conductores compactos en tubería metálica eléctrica (EMT)
(con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES COMPACTOS											
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)									
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)
THW, THW-2, THHW	8	2	4	6	11	16	26	46	69	90	115
	6	1	3	5	9	12	20	35	53	70	89
	4	1	2	4	6	9	15	26	40	52	67
	2	1	1	3	5	7	11	19	29	38	49
	1	1	1	1	3	4	8	13	21	27	34
	1/0	1	1	1	3	4	7	12	18	23	30
	2/0	0	1	1	2	3	5	10	15	20	25
	3/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	21
	4/0	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18
	250	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	300	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11
	400	0	0	0	1	1	1	4	6	8	10
	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	700	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	900	0	0	0	0	1	1	2	3	4	5
	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
THHN, THWN, THWN-2	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	6	2	4	7	13	18	29	52	78	102	130
	4	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
	2	1	1	3	6	8	13	23	34	45	58
	1	1	1	2	4	6	10	17	26	34	43
	1/0	1	1	1	3	5	8	14	22	29	37
	2/0	1	1	1	3	4	7	12	18	24	30
	3/0	0	1	1	2	3	6	10	15	20	25
	4/0	0	1	1	1	3	5	8	12	16	21
	250	0	1	1	1	1	4	6	10	13	16
	300	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	350	0	0	1	1	1	3	5	7	10	12
	400	0	0	1	1	1	2	4	6	9	11
	500	0	0	0	1	1	1	4	5	7	9
	600	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	700	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	750	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6
	900	0	0	0	0	1	1	2	3	4	5
	1000	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4
XHHW, XHHW-2	8	3	5	8	15	20	34	59	90	117	149
	6	1	4	6	11	15	25	44	66	87	111
	4	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
	2	1	1	3	6	8	13	23	34	45	58
	1	1	1	2	4	6	10	17	26	34	43
	1/0	1	1	1	3	5	8	14	22	29	37
	2/0	1	1	1	3	4	7	12	18	24	31
	3/0	0	1	1	2	3	6	10	15	20	25
	4/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	21
	250	0	1	1	1	2	4	7	10	13	17
	300	0	0	1	1	1	3	6	9	11	14
	350	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	400	0	0	1	1	1	2	4	7	9	11
	500	0	0	0	1	1	1	4	6	7	9
	600	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	700	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	750	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	900	0	0	0	0	1	1	2	3	4	5
	1000	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor normalizado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C.2 Número máximo de conductores o alambres para artefactos en tuberías eléctricas no metálicas (ENT) (con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES							
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)					
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
RHH, RHW, RHW-2	14	3	6	10	19	26	43
	12	2	5	9	16	22	36
	10	1	4	7	13	17	29
	8	1	1	3	6	9	15
	6	1	1	3	5	7	12
	4	1	1	2	4	6	9
	3	1	1	1	3	5	8
	2	0	1	1	3	4	7
	1	0	1	1	1	3	5
	1/0	0	0	1	1	2	4
	2/0	0	0	1	1	1	3
	3/0	0	0	1	1	1	3
	4/0	0	0	1	1	1	2
	250	0	0	0	1	1	1
	300	0	0	0	1	1	1
	350	0	0	0	1	1	1
	400	0	0	0	1	1	1
	500	0	0	0	0	1	1
	600	0	0	0	0	1	1
	700	0	0	0	0	0	1
	750	0	0	0	0	0	1
	800	0	0	0	0	0	1
	900	0	0	0	0	0	1
	1000	0	0	0	0	0	1
	1250	0	0	0	0	0	0
	1500	0	0	0	0	0	0
	1750	0	0	0	0	0	0
	2000	0	0	0	0	0	0
TW	14	7	13	22	40	55	92
	12	5	10	17	31	42	71
	10	4	7	13	23	32	52
	8	1	4	7	13	17	29
RHH*, RHW* RHW-2*, THHW, THW, THW-2	14	4	8	15	27	37	61
RHH*, RHW* RHW-2*, THHW, THW,	12	3	7	12	21	29	49
	10	3	5	9	17	23	38
RHH*, RHW* RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8	1	3	5	10	14	23

(Continúa)

Tabla C.2 (Continuación)

CONDUCTORES

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial) 16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
RHH*,	6	1	2	4	7	10	17
RHW*	4	1	1	3	5	8	13
RHW-2*,	3	1	1	2	5	7	11
TW, THHW,	2	1	1	2	4	6	9
THHW,	1	0	1	1	3	4	6
THW-2	1/0	0	1	1	2	3	5
	2/0	0	1	1	1	3	5
	3/0	0	0	1	1	2	4
	4/0	0	0	1	1	1	3
	250	0	0	1	1	1	2
	300	0	0	0	1	1	2
	350	0	0	0	1	1	1
	400	0	0	0	1	1	1
	500	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	0	1	1
	700	0	0	0	0	1	1
	750	0	0	0	0	1	1
	800	0	0	0	0	1	1
	900	0	0	0	0	0	1
	1000	0	0	0	0	0	1
	1250	0	0	0	0	0	1
	1500	0	0	0	0	0	0
	1750	0	0	0	0	0	0
	2000	0	0	0	0	0	0
THHN,	14	10	18	32	58	80	132
THWN,	12	7	13	23	42	58	96
THWN-2	10	4	8	15	26	36	60
	8	2	5	8	15	21	35
	6	1	3	6	11	15	25
	4	1	1	4	7	9	15
	3	1	1	3	5	8	13
	2	1	1	2	5	6	11
	1	1	1	1	3	5	8
	1/0	0	1	1	3	4	7
	2/0	0	1	1	2	3	5
	3/0	0	1	1	1	3	4
	4/0	0	0	1	1	2	4
	250	0	0	1	1	1	3
	300	0	0	1	1	1	2
	350	0	0	0	1	1	2
	400	0	0	0	1	1	1
	500	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	1	1	1
	700	0	0	0	0	1	1
	750	0	0	0	0	1	1
	800	0	0	0	0	1	1
	900	0	0	0	0	0	1
	1000	0	0	0	0	0	1
FEP, FEPB,	14	10	18	31	56	77	128
PFA, PFAH,	12	7	13	23	41	56	93
TFE	10	5	9	16	29	40	67
	8	3	5	9	17	23	38
	6	1	4	6	12	16	27
	4	1	2	4	8	11	19
	3	1	1	4	7	9	16
	2	1	1	3	5	8	13

Tabla C.2 (Continuación)

CONDUCTORES							
Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)					
		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
PFA, PFAH, TFE	1	1	1	1	4	5	9
	1/0	0	1	1	3	4	7
	2/0	0	1	1	2	4	6
	3/0	0	1	1	1	3	5
	4/0	0	1	1	1	2	4
Z	14	12	22	38	68	93	154
	12	8	15	27	48	66	109
	10	5	9	16	29	40	67
	8	3	6	10	18	25	42
	6	1	4	7	13	18	30
	4	1	3	5	9	12	20
	3	1	1	3	6	9	15
	2	1	1	3	5	7	12
	1	1	1	2	4	6	10
XHH, XHHW, XHH-2, ZW	14	7	13	22	40	55	92
	12	5	10	17	31	42	71
	10	4	7	13	23	32	52
	8	1	4	7	13	17	29
	6	1	3	5	9	13	21
	4	1	1	4	7	9	15
	3	1	1	3	6	8	13
	2	1	1	2	5	6	11
XHH, XHHW, XHHW-2	1	1	1	1	3	5	8
	1/0	0	1	1	3	4	7
	2/0	0	1	1	2	3	6
	3/0	0	1	1	1	3	5
	4/0	0	0	1	1	2	4
	250	0	0	1	1	1	3
	300	0	0	1	1	1	3
	350	0	0	1	1	1	2
	400	0	0	0	1	1	1
	500	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	1	1	1
	700	0	0	0	0	1	1
	750	0	0	0	0	1	1
	800	0	0	0	0	1	1
	900	0	0	0	0	1	1
	1000	0	0	0	0	0	1
	1250	0	0	0	0	0	1
	1500	0	0	0	0	0	1
	1750	0	0	0	0	0	0
	2000	0	0	0	0	0	0

Tabla C.2 (Continuación)

ALAMBRES PARA ARTEFACTOS

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)					
		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
FFH-2,	18	6	12	21	39	53	88
RFH-2	16	5	10	18	32	45	74
RFHH-3	18	8	15	27	49	67	111
SF-2, SFF-2	16	7	13	22	40	55	92
	14	5	10	18	32	45	74
SF-1, SFF-1	18	15	28	48	86	119	197
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	18	11	20	35	64	88	145
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	16	9	16	29	51	71	117
XF, XFF	14	7	13	22	40	55	92
TFN, TFFN	18	18	33	57	102	141	233
	16	13	25	43	78	107	178
PF,PFF,	18	17	31	54	97	133	221
PGF, PGFF,	16	13	24	42	75	103	171
PAF, PTF, PTFF, FAFF	14	10	18	31	56	77	128
ZF, ZFF,	18	22	40	70	125	172	285
ZHF, HF,	16	16	29	51	92	127	210
HFF	14	12	22	38	68	93	154
KF-2, KFF-2	18	31	58	101	182	250	413
	16	22	41	71	128	176	291
	14	15	28	49	88	121	200
	12	10	19	33	60	83	138
	10	7	13	22	40	55	92
KF-1, KFF-1	18	38	69	121	217	298	493
	16	26	49	85	152	209	346
	14	18	33	57	102	141	233
	12	12	22	38	68	93	154
	10	7	14	24	44	61	101
XF, XFF	12	3	7	12	21	29	49
	10	3	5	9	17	23	38

Notas:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C.2 (A).
2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C.2(A) Número máximo de conductores compactos en tuberías eléctricas no metálicas (ENT) (con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES							
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)					
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
THW, THW-2 THHW	8	1	3	6	11	15	25
	6	1	2	4	8	11	19
	4	1	1	3	6	8	14
	2	1	1	2	4	6	10
	1	0	1	1	3	4	7
	1/0	0	1	1	3	4	6
	2/0	0	1	1	2	3	5
	3/0	0	1	1	1	3	4
	4/0	0	0	1	1	2	4
	250	0	0	1	1	1	3
	300	0	0	1	1	1	2
	350	0	0	0	1	1	2
	400	0	0	0	1	1	1
	500	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	1	1	1
	700	0	0	0	0	1	1
	750	0	0	0	0	1	1
	900	0	0	0	0	1	1
	1000	0	0	0	0	0	1
THHN, THWN, THWN-2	8	--	--	--	--	--	--
	6	1	4	7	12	17	28
	4	1	2	4	7	10	17
	2	1	1	3	5	7	12
	1	1	1	2	4	5	9
	1/0	1	1	1	3	5	9
	2/0	0	1	1	3	4	6
	3/0	0	1	1	2	3	5
	4/0	0	1	1	1	2	4
	250	0	0	1	1	1	3
	300	0	0	1	1	1	3
	350	0	0	1	1	1	2
	400	0	0	0	1	1	2
	500	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	1	1	1
	700	0	0	0	1	1	1
	750	0	0	0	1	1	1
	900	0	0	0	0	1	1
	1000	0	0	0	0	1	1
XHHW, XHHW-2	8	2	4	8	14	19	32
	6	1	3	6	10	14	24
	4	1	2	4	7	10	17
	2	1	1	3	5	7	12
	1	1	1	2	4	5	9
	1/0	1	1	1	3	5	8
	2/0	0	1	1	3	4	7
	3/0	0	1	1	2	3	5
	4/0	0	1	1	1	3	4
	250	0	0	1	1	1	3
	300	0	0	1	1	1	3
	350	0	0	1	1	1	3
	400	0	0	1	1	1	2
	500	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	1	1	1
	700	0	0	0	1	1	1
	750	0	0	0	1	1	1
	900	0	0	0	0	1	1
	1000	0	0	0	0	1	1

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor normalizado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C.3 Número máximo de conductores o alambres para artefactos en conduit metálico flexible (FMC) (con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES											
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)									
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)
RHH, RHW, RHW-2	14	4	7	1	17	25	44	67	96	131	171
	12	3	6	9	14	21	37	55	80	109	142
	10	3	5	7	11	17	30	45	64	88	115
	8	1	2	4	6	9	15	23	34	46	60
	6	1	1	3	5	7	12	19	27	37	48
	4	1	1	2	4	5	10	14	21	29	37
	3	1	1	1	3	5	8	13	18	25	33
	2	1	1	1	3	4	7	11	16	22	28
	1	0	1	1	1	2	5	7	10	14	19
	1/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	2/0	0	1	1	1	1	3	5	8	11	14
	3/0	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	4/0	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	250	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	300	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	350	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	400	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6
	500	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	700	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	750	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	800	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
TW,	14	9	15	23	36	53	94	141	203	277	361
	12	7	11	18	28	41	72	108	156	212	277
	10	5	8	13	21	30	54	81	116	158	207
	8	3	5	7	11	17	30	45	64	88	115
RHH*, RHW*, RHW-2* THHW, THW THW-2	14	6	10	15	24	35	62	94	135	184	240
RHH*, RHW*, RHW-2* THHW, THW	12	5	8	12	19	28	50	75	108	148	193
	10	4	6	10	15	22	39	59	85	115	151
RHH*, RHW*, RHW-2* THHW, THW THW-2	8	1	4	6	9	13	23	35	51	69	90

Tabla C.3 (Continuación)

CONDUCTORES

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial) 16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)
RHH*,	6	1	3	4	7	10	18	27	39	53	69
RHW*,	4	1	1	3	5	7	13	20	29	39	51
RHW-2*	3	1	1	3	4	6	11	17	25	34	44
TW	2	1	1	2	4	5	10	14	21	29	37
THHW,	1	1	1	1	2	4	7	10	15	20	26
THW-2	1/0	0	1	1	1	3	6	9	12	17	22
	2/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	19
	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	4/0	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	250	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	300	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	350	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	800	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
THHN,	14	13	22	33	52	76	134	202	291	396	518
THWN,	12	9	16	24	38	56	98	147	212	289	378
THWN-2	10	6	10	15	24	65	62	93	134	182	238
	8	3	6	9	14	20	35	53	77	105	137
	6	2	4	6	10	14	25	38	55	76	99
	4	1	2	4	6	9	16	24	34	46	61
	3	1	1	3	5	7	13	20	29	39	51
	2	1	1	3	4	6	11	17	24	33	43
	1	1	1	1	3	4	8	12	18	24	32
	1/0	1	1	1	2	4	7	10	15	20	27
	2/0	0	1	1	1	3	6	9	12	17	22
	3/0	0	1	1	1	2	5	7	10	14	18
	4/0	0	1	1	1	1	4	6	8	12	15
	250	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
FEP,	14	12	21	32	51	74	130	196	282	385	502
FEPB,	12	9	15	24	37	54	95	143	206	281	367
PFA,	10	6	11	17	26	39	68	103	148	201	263
PFAH,	8	4	6	10	15	22	39	59	85	115	151
TFE	6	2	4	7	11	16	28	42	60	82	107
	4	1	3	5	7	11	19	29	42	57	75
	3	1	2	4	6	9	16	24	35	48	62
	2	1	1	3	5	7	13	20	29	39	51

(Continúa)

Tabla C.3 (Continuación)

CONDUCTORES

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)									
		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)
PFA, PFAH, TFE	1	1	1	2	3	5	9	14	20	27	36
PFA, PFAH, TFE, Z	1/0	1	1	1	3	4	8	11	17	23	30
	2/0	1	1	1	2	3	6	9	14	19	24
	3/0	0	1	1	1	3	5	8	11	15	20
	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	16
Z	14	15	25	39	61	89	157	236	340	463	605
	12	11	18	28	43	63	111	168	241	329	429
	10	6	11	17	26	39	68	103	148	201	263
	8	4	7	11	17	24	43	65	93	127	166
	6	3	5	7	12	17	30	45	65	89	117
	4	1	3	5	8	12	21	31	45	61	80
	3	1	2	4	6	8	15	23	33	45	58
	2	1	1	3	5	7	12	19	27	37	49
	1	1	1	2	4	6	10	15	22	30	39
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	14	9	15	23	36	53	94	141	203	277	361
	12	7	11	18	28	41	72	108	156	212	277
	10	5	8	13	21	30	54	81	116	158	207
	8	3	5	7	11	17	30	45	64	88	115
	6	1	3	5	8	12	22	33	48	65	85
	4	1	2	4	6	9	16	24	34	47	61
	3	1	1	3	5	7	13	20	29	40	52
	2	1	1	3	4	6	11	17	24	33	44
XHH, XHHW, XH}HW-2	1	1	1	1	3	5	8	13	18	25	32
	1/0	1	1	1	2	4	7	10	15	21	27
	2/0	0	1	1	2	3	6	9	13	17	23
	3/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	19
	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	350	0	0	1	1	1	2	4	5	7	9
	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	500	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7
	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Tabla C.3 (Continuación)

ALAMBRES PARA ARTEFACTOS

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)					
		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
FFH-2,	18	8	14	22	35	51	90
RFH-2,							
RFHH-3	16	7	12	19	29	43	76
SF-2, SFF-2	18	11	18	28	44	64	113
	16	9	15	23	36	53	94
	14	7	12	19	29	43	76
SF-1, SFF-1	18	19	32	50	78	114	201
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	18	14	24	37	58	84	148
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	16	11	19	30	47	68	120
XF, XFF	14	9	15	23	36	53	94
TFN, TFFN	18	23	38	59	93	135	237
	16	17	29	45	71	103	181
PF, PFF,	18	22	36	56	88	128	225
PGF, PGFF,	16	17	28	43	68	99	174
PAF, PTF,	14	12	21	32	51	74	130
PTFF, PAFF							
ZF, ZFF,	18	28	47	72	113	165	290
ZHF, HF,	16	20	35	53	83	121	214
HFF	14	15	25	39	61	89	157
KF-2, KFF-2	18	41	68	105	164	239	421
	16	28	48	74	116	168	297
	14	19	33	51	80	116	204
	12	13	23	35	55	80	140
	10	9	15	23	36	53	94
KF-1, KFF-1	18	48	82	125	196	285	503
	16	34	57	88	138	200	353
	14	23	38	59	93	135	237
	12	15	25	39	61	89	157
	10	10	16	25	40	58	103
XF, XFF	12	5	8	12	19	28	50
	10	4	6	10	15	22	39

Notas:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C.3 (A).
2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene unaislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C3(A). Número máximo de conductores compactos en conduit metálico flexible (FMC)
(con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES COMPACTOS											
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)									
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)
THW, THHW, THW-2	8	2	4	6	10	14	25	38	55	75	98
	6	1	3	5	7	11	20	29	43	58	76
	4	1	2	3	5	8	15	22	32	43	57
	2	1	1	2	4	6	11	16	23	32	42
	1	1	1	1	3	4	7	11	16	22	29
	1/0	1	1	1	2	3	6	10	14	19	25
	2/0	0	1	1	1	3	5	8	12	16	21
	3/0	0	1	1	1	2	4	7	10	14	18
	4/0	0	1	1	1	1	4	6	8	11	15
	250	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	500	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7
	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6
	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4
THHN, THWN, THWN-2	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	6	3	4	7	11	16	29	43	62	85	111
	4	1	3	4	7	10	18	27	38	52	69
	2	1	1	3	5	7	13	19	28	38	49
	1	1	1	2	3	5	9	14	21	28	37
	1/0	1	1	1	3	4	8	12	17	24	31
	2/0	1	1	1	2	4	6	10	14	20	26
	3/0	0	1	1	1	3	5	8	12	17	22
	4/0	0	1	1	1	2	4	7	10	14	18
	250	0	1	1	1	1	3	5	8	11	14
	300	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	10
	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6
	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4
XHHW, XHHW-2	8	3	5	8	13	19	33	50	71	97	127
	6	2	4	6	9	14	24	37	53	72	95
	4	1	3	4	7	10	18	27	38	52	69
	2	1	1	3	5	7	13	19	28	38	49
	1	1	1	2	3	5	9	14	21	28	37
	1/0	1	1	1	3	4	8	12	17	24	31
	2/0	1	1	1	2	4	7	10	15	20	26
	3/0	0	1	1	1	3	5	8	12	17	22
	4/0	0	1	1	1	2	4	7	10	14	18
	250	0	1	1	1	1	4	5	8	11	14
	300	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	400	0	0	1	1	1	2	4	5	7	10
	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6
	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	900	0	0	0	0	1	1	2	2	3	4
	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor normalizado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C4. Número máximo de conductores o de alambres para artefactos en conduit metálico intermedio (IMC) (con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES											
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)									
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)
RHH, RHW, RHW-2	14	4	8	13	22	30	49	70	108	144	186
	12	4	6	11	18	25	41	58	89	120	154
RHH, RHW, RHW-2	10	3	5	8	15	20	33	47	72	97	124
	8	1	3	4	8	10	17	24	38	50	65
	6	1	1	3	6	8	14	19	30	40	52
	4	1	1	3	5	6	11	15	23	31	41
	3	1	1	2	4	6	9	13	21	28	36
	2	1	1	1	3	5	8	11	18	24	31
	1	0	1	1	2	3	5	7	12	16	20
	1/0	0	1	1	1	3	4	6	10	14	18
	2/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	3/0	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	4/0	0	0	1	1	1	3	4	6	9	11
	250	0	0	1	1	1	1	3	5	6	8
	300	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	350	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	400	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	500	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	750	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	800	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
TW	14	10	17	27	47	64	104	147	228	304	392
	12	7	13	21	36	49	80	113	175	234	301
	10	5	9	15	27	36	59	84	130	174	224
	8	3	5	8	15	20	33	47	72	97	124
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	14	6	11	18	31	42	69	98	151	202	261
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	12	5	9	14	25	34	56	79	122	163	209
	10	4	7	11	19	26	43	61	95	127	163
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8	2	4	7	12	16	26	37	57	76	98
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	6	1	3	5	9	12	20	28	43	58	75
	4	1	2	4	6	9	15	21	32	43	56

(Continúa)

Tabla C 4. (Continuación)

CONDUCTORES

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)									
		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)
RHH*,	3	1	1	3	6	8	13	18	28	37	48
RHW*	2	1	1	3	5	6	11	15	23	31	41
RHW-2*,	1	1	1	1	3	4	7	11	16	22	28
TW,	1/0	1	1	1	3	4	6	9	14	19	24
THW,	2/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	20
THHW,	3/0	0	1	1	1	3	4	6	10	13	17
THW-2	4/0	0	1	1	1	2	4	5	8	11	14
	250	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
THHN,	14	14	24	39	68	91	149	211	326	436	562
THWN,	12	10	17	29	49	67	109	154	238	318	410
THWN-2	10	6	11	18	31	42	68	97	150	200	258
	8	3	6	10	18	24	39	56	86	115	149
	6	2	4	7	13	17	28	40	62	83	107
	4	1	3	4	8	10	17	25	38	51	66
	3	1	2	4	6	9	15	21	32	43	56
	2	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47
	1	1	1	2	4	5	9	13	20	27	35
	1/0	1	1	1	3	4	8	11	17	23	29
	2/0	1	1	1	3	4	6	9	14	19	24
	3/0	0	1	1	2	3	5	7	12	16	20
	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	17
	250	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
FEP,	14	13	23	38	66	89	145	205	317	423	545
FEPB,	12	10	17	28	48	65	106	150	231	309	398
PFA,	10	7	12	20	34	46	76	107	166	221	285
PFAH,	8	4	7	11	19	26	43	61	95	127	163
TFE	6	3	5	8	14	19	31	44	67	90	116
	4	1	3	5	10	13	21	30	47	63	81
	3	1	3	4	8	11	18	25	39	52	68
	2	1	2	4	6	9	15	21	32	43	56

Tabla C 4. (Continuación)

CONDUCTORES

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)									
		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)
PFA, PFAH, TFE	1	1	1	2	4	6	10	14	22	30	39
PFA, PFAH, TFE, Z	1/0	1	1	1	4	5	8	12	19	25	32
	2/0	1	1	1	3	4	7	10	15	21	27
	3/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22
	4/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	18
Z	14	16	28	46	79	107	175	247	381	510	657
	12	11	20	32	56	76	124	175	271	362	466
	10	7	12	20	34	46	76	107	166	221	285
	8	4	7	12	21	29	48	68	105	140	180
	6	3	5	9	15	20	33	47	73	98	127
	4	1	3	6	10	14	23	33	50	67	87
	3	1	2	4	7	10	17	24	37	49	63
	2	1	1	3	6	8	14	20	30	41	53
	1	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	14	10	17	27	47	64	104	147	228	304	392
	12	7	13	21	36	49	80	113	175	234	301
	10	5	9	15	27	36	59	84	130	174	224
	8	3	5	8	15	20	33	47	72	97	124
	6	1	4	6	11	15	24	35	53	71	92
	4	1	3	4	8	11	18	25	39	52	67
	3	1	2	4	7	9	15	21	33	44	56
	2	1	1	3	5	7	12	18	27	37	47
XHH, XHHW, XHHW-2	1	1	1	2	4	5	9	13	20	27	35
	1/0	1	1	1	3	5	8	11	17	23	30
	2/0	1	1	1	3	4	6	9	14	19	25
	3/0	0	1	1	2	3	5	7	12	16	20
	4/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17
	250	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	10
	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	1750	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

(Continúa)

Tabla C.4 (Continuación)

ALAMBRES PARA ARTEFACTOS

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)					
		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
FHH-2, RFH-2, RFHH-3	18	9	16	26	45	61	100
	16	8	13	22	38	51	84
SF-2, SFF-2	18	12	20	33	57	77	126
	16	10	17	27	47	64	104
	14	8	13	22	38	51	84
SF-1, SFF-1	18	21	36	59	101	137	223
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	18	15	26	43	75	101	165
RFH-2, TF, TFF, XF, XFF	16	12	21	35	60	81	133
XF,XFF	14	10	17	27	47	64	104
TFN, TFFN	18	25	42	69	119	161	264
	16	19	32	53	91	123	201
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	18	23	40	66	113	153	250
	16	18	31	51	87	118	193
	14	13	23	38	66	89	145
ZF, ZFF, ZHF, HF, HFF	18	30	52	85	146	197	322
	16	22	38	63	108	145	238
	14	16	28	46	79	107	175
KF-2, KFF-2	18	44	75	123	212	287	468
	16	31	53	87	149	202	330
	14	21	36	60	103	139	227
	12	14	25	41	70	95	156
	10	10	17	27	47	64	104
KF-1, KFF-1	18	52	90	147	253	342	558
	16	37	63	103	178	240	392
	14	25	42	69	119	161	264
	12	16	28	46	79	107	175
	10	10	18	30	52	70	114
XF, XFF	12	5	9	14	25	34	56
	10	4	7	11	19	26	43

Notas:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C.4 (A).

2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C.4(A) Número máximo de conductores compactos en conduit metálico intermedio (IMC)
(con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES COMPACTOS											
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)									
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)
THW, THW-2, THHW	8	2	4	7	13	17	28	40	62	83	107
	6	1	3	6	10	13	22	31	48	64	82
	4	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62
	2	1	1	3	5	7	12	17	26	35	45
	1	1	1	1	4	5	8	12	18	25	32
	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27
	2/0	0	1	1	3	4	6	9	13	18	23
	3/0	0	1	1	2	3	5	7	11	15	20
	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	16
	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	300	0	0	1	1	1	3	4	6	9	11
	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
THHN, THWN, THWN-2	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	6	3	5	8	14	19	32	45	70	93	120
	4	1	3	5	9	12	20	28	43	58	74
	2	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53
	1	1	1	3	5	6	10	15	23	31	40
	1/0	1	1	2	4	5	9	13	20	26	34
	2/0	1	1	1	3	4	7	10	16	22	28
	3/0	0	1	1	3	4	6	9	14	18	24
	4/0	0	1	1	2	3	5	7	11	15	19
	250	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	300	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	350	0	0	1	1	1	3	4	7	9	11
	400	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	500	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	700	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	900	0	0	0	0	1	1	2	3	3	5
	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
XHHW, XHHW-2	8	3	6	9	16	22	37	52	80	107	138
	6	2	4	7	12	16	27	38	59	80	103
	4	1	3	5	9	12	20	28	43	58	74
	2	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53
	1	1	1	3	5	6	10	15	23	31	40
	1/0	1	1	2	4	5	9	13	20	26	34
	2/0	1	1	1	3	4	7	11	17	22	29
	3/0	0	1	1	3	4	6	9	14	18	24
	4/0	0	1	1	2	3	5	7	11	15	20
	250	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	300	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	350	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	400	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	500	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	700	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	900	0	0	0	0	1	1	2	3	4	5
	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor normalizado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C.5 Número máximo de conductores o alambres para artefactos en conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (tipo LFNC-B*) (con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES								
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)						
Tipo		12 (3/8)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
RHH, RHW, RHW-2	14	2	4	7	12	21	27	44
	12	1	3	6	10	17	22	36
	10	1	3	5	8	14	18	29
	8	1	1	2	4	7	9	15
	6	1	1	1	3	6	7	12
	4	0	1	1	2	4	6	9
	3	0	1	1	1	4	5	8
	2	0	1	1	1	3	4	7
	1	0	0	1	1	1	3	5
	1/0	0	0	1	1	1	2	4
	2/0	0	0	1	1	1	1	3
	3/0	0	0	0	1	1	1	3
	4/0	0	0	0	1	1	1	2
	250	0	0	0	0	1	1	1
	300	0	0	0	0	1	1	1
	350	0	0	0	0	1	1	1
	400	0	0	0	0	1	1	1
	500	0	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	0	0	1	1
	700	0	0	0	0	0	0	1
	750	0	0	0	0	0	0	1
	800	0	0	0	0	0	0	1
	900	0	0	0	0	0	0	1
	1000	0	0	0	0	0	0	1
	1250	0	0	0	0	0	0	0
	1500	0	0	0	0	0	0	0
	1750	0	0	0	0	0	0	0
	2000	0	0	0	0	0	0	0
TW	14	5	9	15	25	44	57	93
	12	4	7	12	19	33	43	71
	10	3	5	9	14	25	32	53
	8	1	3	5	8	14	18	29
RHH†, RHW† RHW-2†, THHW, THW, THW-2	14	3	6	10	16	29	38	62
RHH†, RHW† RHW-2†, THHW, THW,	12	3	5	8	13	23	30	50
	10	1	3	6	10	18	23	39
RHH†, RHW† RHW-2†, THHW, THW, THW-2	8	1	1	4	6	11	14	23
RHH†, RHW†, RHW-2†, TW, THW, THHW THW-2	6	1	1	3	5	8	11	18
	4	1	1	1	3	6	8	13
	3	1	1	1	3	5	7	11

Tabla C.5 (Continuación)

CONDUCTORES

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial) 12 (3/8)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
RHH†,	2	0	1	1	2	4	6	9
RHW†,	1	0	1	1	1	3	4	7
RHW-2†,	1/0	0	0	1	1	2	3	6
TW, THW,	2/0	0	0	1	1	2	3	5
THHW,	3/0	0	0	1	1	1	2	4
THW-2	4/0	0	0	0	1	1	1	3
	250	0	0	0	1	1	1	3
	300	0	0	0	1	1	1	2
	350	0	0	0	0	1	1	1
	400	0	0	0	0	1	1	1
	500	0	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	0	1	1	1
	700	0	0	0	0	0	1	1
	750	0	0	0	0	0	1	1
	800	0	0	0	0	0	1	1
	900	0	0	0	0	0	0	1
	1000	0	0	0	0	0	0	1
	1250	0	0	0	0	0	0	1
	1500	0	0	0	0	0	0	0
	1750	0	0	0	0	0	0	0
	2000	0	0	0	0	0	0	0
THHN,	14	8	13	22	36	63	81	133
THWN,	12	5	9	16	26	46	59	97
THWN-2	10	3	6	10	16	29	37	61
	8	1	3	6	9	16	21	35
	6	1	2	4	7	12	15	25
	4	1	1	2	4	7	9	15
	3	1	1	1	3	6	8	13
	2	1	1	1	3	5	7	11
	1	0	1	1	1	4	5	8
	1/0	0	1	1	1	3	4	7
	2/0	0	0	1	1	2	3	6
	3/0	0	0	1	1	1	3	5
	4/0	0	0	1	1	1	2	4
	250	0	0	0	1	1	1	3
	300	0	0	0	1	1	1	3
	350	0	0	0	1	1	1	2
	400	0	0	0	0	1	1	1
	500	0	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	0	1	1	1
	700	0	0	0	0	1	1	1
	750	0	0	0	0	0	1	1
	800	0	0	0	0	0	1	1
	900	0	0	0	0	0	1	1
	1000	0	0	0	0	0	0	1
FEP,	14	7	12	21	35	61	79	129
FEPB,	12	5	9	15	25	44	57	94
PFA,	10	4	6	11	18	32	41	68
PFAH,	8	1	3	6	10	18	23	39
TFE	6	1	2	4	7	13	17	27
	4	1	1	3	5	9	12	19
	3	1	1	2	4	7	10	16
	2	1	1	1	3	6	8	13
PFA, PFAH, TFE	1	0	1	1	2	4	5	9
PFA, PFAH,	1/0	0	1	1	1	3	4	7

(Continúa)

Tabla C.5 (Continuación)

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial) 12 (3/8)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
CONDUCTORES								
TFE, Z	2/0	0	1	1	1	3	4	6
	3/0	0	0	1	1	2	3	5
	4/0	0	0	1	1	1	2	4
Z	14	9	15	26	42	73	95	156
	12	6	10	18	30	52	67	111
	10	4	6	11	18	32	41	68
	8	2	4	7	11	20	26	43
	6	1	3	5	8	14	18	30
	4	1	1	3	5	9	12	20
	3	1	1	2	4	7	9	15
	2	0	1	1	3	6	7	12
	1	0	1	1	2	5	6	10
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	14	5	9	15	25	44	57	93
	12	4	7	12	19	33	43	71
	10	3	5	9	14	25	32	53
	8	1	3	5	8	14	18	29
	6	1	1	3	6	10	13	22
	4	1	1	2	4	7	9	16
	3	1	1	1	3	6	8	13
	2	1	1	1	3	5	7	11
XHH, XHHW, XHHW-2	1	0	1	1	1	4	5	8
	1/0	0	1	1	1	3	4	7
	2/0	0	0	1	1	2	3	6
	3/0	0	0	1	1	1	3	5
	4/0	0	0	1	1	1	2	4
	250	0	0	0	1	1	1	3
	300	0	0	0	1	1	1	3
	350	0	0	0	1	1	1	2
	400	0	0	0	0	1	1	1
	500	0	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	0	1	1	1
	700	0	0	0	0	1	1	1
	750	0	0	0	0	0	1	1
	800	0	0	0	0	0	1	1
	900	0	0	0	0	0	1	1
	1000	0	0	0	0	0	0	1
	1250	0	0	0	0	0	0	1
	1500	0	0	0	0	0	0	1
	1750	0	0	0	0	0	0	0
	2000	0	0	0	0	0	0	0
ALAMBRES DE ARTEFACTOS								
FFH-2, RFH-2	18	5	8	15	24	42	54	89
	16	4	7	12	20	35	46	75
SF-2, SFF-2	18	6	11	19	30	53	69	113
	16	5	9	15	25	44	57	93
	14	4	7	12	20	35	46	75
SF-1, SFF-1	18	11	19	33	53	94	122	199
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	18	8	14	24	39	69	90	147
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	16	7	11	20	32	56	72	119
XF, XFF	14	5	9	15	25	44	57	93
TFN, TFFN	18	14	23	39	63	111	144	236
	16	10	17	30	48	85	110	180

Tabla C.5 (Continuación)

ALAMBRES DE ARTEFACTOS

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)						
		12 (3/8)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
PF, PFF, PGF, PGFF,PAF, PTF, PTFF, PAFF	18	13	21	37	60	105	136	223
	16	10	16	29	46	81	105	173
	14	7	12	21	35	61	79	129
HF, HFF, ZF, ZFF, ZHF	18	17	28	48	77	136	176	288
	16	12	20	35	57	100	129	212
	14	9	15	26	42	73	95	156
KF-2, KFF-2	18	24	40	70	112	197	255	418
	16	17	28	49	79	139	180	295
	14	12	19	34	54	95	123	202
	12	8	13	23	37	65	85	139
	10	5	9	15	25	44	57	93
KF-1, KFF-1	18	29	48	83	134	235	304	499
	16	20	34	58	94	165	214	350
	14	14	23	39	63	111	144	236
	12	9	15	26	42	73	95	156
	10	6	10	17	27	48	62	102
XF, XFF	12	3	5	8	13	23	30	50
	10	1	3	6	10	18	23	39

Notas:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C.5 (A).

2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Corresponde a la sección 356.2(2)

†Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C.5(A) Número máximo de conductores compactos en conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (tipo LFNC-B*) (con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES COMPACTOS

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)						
		12 (3/8)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
THW, THW-2, THHW	8	1	2	4	7	12	15	25
	6	1	1	3	5	9	12	19
	4	1	1	2	4	7	9	14
	2	1	1	1	3	5	6	11
	1	0	1	1	1	3	4	7
	1/0	0	1	1	1	3	4	6
	2/0	0	0	1	1	2	3	5
	3/0	0	0	1	1	1	3	4
	4/0	0	0	1	1	1	2	4
	250	0	0	0	1	1	1	3
	300	0	0	0	1	1	1	2
	350	0	0	0	1	1	1	2
	400	0	0	0	0	1	1	1
	500	0	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	0	1	1	1
	700	0	0	0	0	1	1	1
	750	0	0	0	0	0	1	1
	900	--	0	0	0	0	1	1
	1000	0	0	0	0	0	1	1
THHN, THWN, THWN-2	8	--	--	--	--	--	--	--
	6	1	2	4	7	13	17	28
	4	1	1	3	4	8	11	17
	2	1	1	1	3	6	7	12
	1	0	1	1	2	4	6	9
	1/0	0	1	1	1	4	5	8
	2/0	0	1	1	1	3	4	6
	3/0	0	0	1	1	2	3	5
	4/0	0	0	1	1	1	3	4
	250	0	0	1	1	1	1	3
	300	0	0	0	1	1	1	3
	350	0	0	0	1	1	1	2
	400	0	0	0	1	1	1	2
	500	0	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	0	1	1	1
	700	0	0	0	0	1	1	1
	750	0	0	0	0	1	1	1
	900	--	0	0	0	0	1	1
	1000	0	0	0	0	0	1	1
XHHW, XHHW-2	8	1	3	5	9	15	20	33
	6	1	2	4	6	11	15	24
	4	1	1	3	4	8	11	17
	2	1	1	1	3	6	7	12
	1	0	1	1	2	4	6	9
	1/0	0	1	1	1	4	5	8
	2/0	0	1	1	1	3	4	7
	3/0	0	0	1	1	2	3	5
	4/0	0	0	1	1	1	3	4
	250	0	0	1	1	1	1	3
	300	0	0	0	1	1	1	3
	350	0	0	0	1	1	1	3
	400	0	0	0	1	1	1	2
	500	0	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	0	1	1	1
	700	0	0	0	0	1	1	1
	750	0	0	0	0	1	1	1
	900	--	0	0	0	0	1	1
	1000	0	0	0	0	0	1	1

*Corresponde a la sección 356.2(2).

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor normalizado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C.6 Número máximo de conductores o alambres para artefactos en conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (tipo LFNC-A*) (con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES								
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)						
Tipo		12 (3/8)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
RHH, RHW, RHW-2	14	2	4	7	11	20	27	45
	12	1	3	6	9	17	23	38
	10	1	3	5	8	13	18	30
	8	1	1	2	4	7	9	16
	6	1	1	1	3	5	7	13
	4	0	1	1	2	4	6	10
	3	0	1	1	1	4	5	8
	2	0	1	1	1	3	4	7
	1	0	0	1	1	1	3	5
	1/0	0	0	1	1	1	2	4
	2/0	0	0	1	1	1	1	4
	3/0	0	0	0	1	1	1	3
	4/0	0	0	0	1	1	1	2
	250	0	0	0	0	1	1	1
	300	0	0	0	0	1	1	1
	350	0	0	0	0	1	1	1
	400	0	0	0	0	1	1	1
	500	0	0	0	0	0	1	1
	600	0	0	0	0	0	1	1
	700	0	0	0	0	0	0	1
	750	0	0	0	0	0	0	1
	800	0	0	0	0	0	0	1
	900	0	0	0	0	0	0	1
	1000	0	0	0	0	0	0	1
	1250	0	0	0	0	0	0	0
	1500	0	0	0	0	0	0	0
	1750	0	0	0	0	0	0	0
	2000	0	0	0	0	0	0	0
TW	14	5	9	15	24	43	58	96
	12	4	7	12	19	33	44	74
	10	3	5	9	14	24	33	55
	8	1	3	5	8	13	18	30
RHH†, RHW†, RHW-2†, THHW, THW, THW-2	14	3	6	10	16	28	38	64
RHH†, RHW†, RHW-2†, THHW, THW	12	3	4	8	13	23	31	51
	10	1	3	6	10	18	24	40
RHH†, RHW†, RHW-2†, THHW, THW, THW-2	8	1	1	4	6	10	14	24

(Continúa)

Tabla C.6 (Continuación)

CONDUCTORES

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial) 12 (3/8)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
RHH†,	6	1	1	3	4	8	11	18
RHW†,	4	1	1	1	3	6	8	13
RHW-2†,	3	1	1	1	3	5	7	11
TW,	2	0	1	1	2	4	6	10
THW,	1	0	1	1	1	3	4	7
THHW,	1/0	0	0	1	1	2	3	6
THW-2	2/0	0	0	1	1	1	3	5
	3/0	0	0	1	1	1	2	4
	4/0	0	0	0	1	1	1	3
	250	0	0	0	1	1	1	3
	300	0	0	0	1	1	1	2
	350	0	0	0	0	1	1	1
	400	0	0	0	0	1	1	1
	500	0	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	0	1	1	1
	700	0	0	0	0	0	1	1
	750	0	0	0	0	0	1	1
	800	0	0	0	0	0	1	1
	900	0	0	0	0	0	0	1
	1000	0	0	0	0	0	0	1
	1250	0	0	0	0	0	0	1
	1500	0	0	0	0	0	0	1
	1750	0	0	0	0	0	0	0
	2000	0	0	0	0	0	0	0
THHN,	14	8	13	22	35	62	83	137
THWN,	12	5	9	16	25	45	60	100
THWN-2	10	3	6	10	16	28	38	63
	8	1	3	6	9	16	22	36
	6	1	2	4	6	12	16	26
	4	1	1	2	4	7	9	16
	3	1	1	1	3	6	8	13
	2	1	1	1	3	5	7	11
	1	0	1	1	1	4	5	8
	1/0	0	1	1	1	3	4	7
	2/0	0	0	1	1	2	3	6
	3/0	0	0	1	1	1	3	5
	4/0	0	0	1	1	1	2	4
	250	0	0	0	1	1	1	3
	300	0	0	0	1	1	1	3
	350	0	0	0	1	1	1	2
	400	0	0	0	0	1	1	1
	500	0	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	0	1	1	1
	700	0	0	0	0	1	1	1
	750	0	0	0	0	0	1	1
	800	0	0	0	0	0	1	1
	900	0	0	0	0	0	1	1
	1000	0	0	0	0	0	0	1
FEP,	14	7	12	21	34	60	80	133
FEPB,	12	5	9	15	25	44	59	97
PFA,	10	4	6	11	18	31	42	70
PFAH,	8	1	3	6	10	18	24	40
TFE	6	1	2	4	7	13	17	28
	4	1	1	3	5	9	12	20
	3	1	1	2	4	7	10	16
	2	1	1	1	3	6	8	13

Tabla C.6 (Continuación)

CONDUCTORES

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial) 12 (3/8)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
PFA, PFAH, TFE	1	0	1	1	2	4	5	9
PFA, PFAH, TFE, Z	1/0	0	1	1	1	3	5	8
	2/0	0	1	1	1	3	4	6
	3/0	0	0	1	1	2	3	5
	4/0	0	0	1	1	1	2	4
Z	14	9	15	25	41	72	97	161
	12	6	10	18	29	51	69	114
	10	4	6	11	18	31	42	70
	8	2	4	7	11	20	26	44
	6	1	3	5	8	14	18	31
	4	1	1	3	5	9	13	21
	3	1	1	2	4	7	9	15
	2	1	1	1	3	6	8	13
	1	1	1	1	2	4	6	10
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	14	5	9	15	24	43	58	96
	12	4	7	12	19	33	44	74
	10	3	5	9	14	24	33	55
	8	1	3	5	8	13	18	30
	6	1	1	3	5	10	13	22
	4	1	1	2	4	7	10	16
	3	1	1	1	3	6	8	14
	2	1	1	1	3	5	7	11
XHH, XHHW, XHHW-2	1	0	1	1	1	4	5	8
	1/0	0	1	1	1	3	4	7
	2/0	0	0	1	1	2	3	6
	3/0	0	0	1	1	1	3	5
	4/0	0	0	1	1	1	2	4
	250	0	0	0	1	1	1	3
	300	0	0	0	1	1	1	3
	350	0	0	0	1	1	1	2
	400	0	0	0	0	1	1	1
	500	0	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	0	1	1	1
	700	0	0	0	0	1	1	1
	750	0	0	0	0	0	1	1
	800	0	0	0	0	0	1	1
	900	0	0	0	0	0	1	1
	1000	0	0	0	0	0	0	1
	1250	0	0	0	0	0	0	1
	1500	0	0	0	0	0	0	1
	1750	0	0	0	0	0	0	0
	2000	0	0	0	0	0	0	0

(Continúa)

Tabla C.6 (Continuación)

ALAMBRES PARA ARTEFACTOS

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)						
		12 (3/8)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
FFH-2, RFH-2, RFHH-3	18	5	8	14	23	41	55	92
	16	4	7	12	20	35	47	77
SF-2, SFF-2	18	6	11	18	29	52	70	116
	16	5	9	15	24	43	58	96
	14	4	7	12	20	35	47	77
SF-1, SFF-1	18	12	19	33	52	92	124	205
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	18	8	14	24	39	68	91	152
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	16	7	11	19	31	55	74	122
XF, XFF	14	5	9	15	24	43	58	96
TFN, TFFN	18	14	22	39	62	109	146	243
	16	10	17	29	47	83	112	185
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	18	13	21	37	59	103	139	230
	16	10	16	28	45	80	107	178
	14	7	12	21	34	60	80	133
HF, HFF, ZF, ZFF, ZHF	18	17	27	47	76	133	179	297
	16	12	20	35	56	98	132	219
	14	9	15	25	41	72	97	161
KF-2, KFF-2	18	25	40	69	110	193	260	431
	16	17	28	48	77	136	183	303
	14	12	19	33	53	94	126	209
	12	8	13	23	36	64	86	143
	10	5	9	15	24	43	58	96
KF-1, KFF-1	18	29	48	82	131	231	310	514
	16	21	33	57	92	162	218	361
	14	14	22	39	62	109	146	243
	12	9	15	25	41	72	97	161
	10	6	10	17	27	47	63	105
XF, XFF	12	3	4	8	13	23	31	51
	10	1	3	6	10	18	24	40

Notas:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C.6 (A).

2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

* Corresponde a la sección 356.2(1)

† Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C.6 (A) Número máximo de conductores compactos en conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (tipo LFNC-A*) (con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES COMPACTOS

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)						
		12 (3/8)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
THW, THW-2, THHW	8	1	2	4	6	11	16	26
	6	1	1	3	5	9	12	20
	4	1	1	2	4	7	9	15
	2	1	1	1	3	5	6	11
	1	0	1	1	1	3	4	8
	1/0	0	1	1	1	3	4	7
	2/0	0	0	1	1	2	3	5
	3/0	0	0	1	1	1	3	5
	4/0	0	0	1	1	1	2	4
	250	0	0	0	1	1	1	3
	300	0	0	0	1	1	1	3
	350	0	0	0	1	1	1	2
	400	0	0	0	0	1	1	1
	500	0	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	0	1	1	1
	700	0	0	0	0	1	1	1
	750	0	0	0	0	0	1	1
	900	--	0	0	0	0	1	1
	1000	0	0	0	0	0	1	1
THHN, THWN, THWN-2	8	--	--	--	--	--	--	--
	6	1	2	4	7	13	18	29
	4	1	1	3	4	8	11	18
	2	1	1	1	3	6	8	13
	1	0	1	1	2	4	6	10
	1/0	0	1	1	1	3	5	8
	2/0	0	1	1	1	3	4	7
	3/0	0	0	1	1	2	3	6
	4/0	0	0	1	1	1	3	5
	250	0	0	1	1	1	1	3
	300	0	0	0	1	1	1	3
	350	0	0	0	1	1	1	3
	400	0	0	0	1	1	1	2
	500	0	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	0	1	1	1
	700	0	0	0	0	1	1	1
	750	0	0	0	0	1	1	1
	900	--	0	0	0	0	1	1
	1000	0	0	0	0	0	1	1
XHHW, XHHW-2	8	1	3	5	8	15	20	34
	6	1	2	4	6	11	15	25
	4	1	1	3	4	8	11	18
	2	1	1	1	3	6	8	13
	1	0	1	1	2	4	6	10
	1/0	0	1	1	1	3	5	8
	2/0	0	1	1	1	3	4	7
	3/0	0	0	1	1	2	3	6
	4/0	0	0	1	1	1	3	5
	250	0	0	1	1	1	2	4
	300	0	0	0	1	1	1	3
	350	0	0	0	1	1	1	3
	400	0	0	0	1	1	1	2
	500	0	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	0	1	1	1
	700	0	0	0	0	1	1	1
	750	0	0	0	0	1	1	1
	900	--	0	0	0	0	1	1
	1000	0	0	0	0	0	1	1

* Corresponde a la sección 356.2(1).
Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor normalizado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C.7 Número máximo de conductores o alambres para artefactos en conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) (con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES											
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)									
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)
RHH, RHW, RHW-2	14	4	7	12	21	27	44	66	102	133	173
	12	3	6	10	17	22	36	55	84	110	144
	10	3	5	8	14	18	29	44	68	89	116
	8	1	2	4	7	9	15	23	36	46	61
	6	1	1	3	6	7	12	18	28	37	48
	4	1	1	2	4	6	9	14	22	29	38
	3	1	1	1	4	5	8	13	19	25	33
	2	1	1	1	3	4	7	11	17	22	29
	1	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19
	1/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	16
	2/0	0	1	1	1	1	3	5	8	11	14
	3/0	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	4/0	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	250	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	300	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	350	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	400	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	500	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	700	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	750	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	800	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
TW	14	9	15	25	44	57	93	140	215	280	365
	12	7	12	19	33	43	71	108	165	215	280
	10	5	9	14	25	32	53	80	123	160	209
	8	3	5	8	14	18	29	44	68	89	116
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	14	6	10	16	29	38	62	93	143	186	243
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	12	5	8	13	23	30	50	75	115	149	195
	10	3	6	10	18	23	39	58	89	117	152
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8	1	4	6	11	14	23	35	53	70	91

Tabla C7. (Continuación)

CONDUCTORES											
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)									
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)
RHH*,	6	1	3	5	8	11	18	27	41	53	70
RHW*,	4	1	1	3	6	8	13	20	30	40	52
RHW-2*,	3	1	1	3	5	7	11	17	26	34	44
TW, THW,	2	1	1	2	4	6	9	14	22	29	38
THHW,	1	1	1	1	3	4	7	10	15	20	26
THW-2	1/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	23
	2/0	0	1	1	2	3	5	7	11	15	19
	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	4/0	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	250	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	300	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	350	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
THHN,	14	13	22	36	63	81	133	201	308	401	523
THWN,	12	9	16	26	46	59	97	146	225	292	381
THWN-2	10	6	10	16	29	37	61	92	141	184	240
	8	3	6	9	16	21	35	53	81	106	138
	6	2	4	7	12	15	25	38	59	76	100
	4	1	2	4	7	9	15	23	36	47	61
	3	1	1	3	6	8	13	20	30	40	52
	2	1	1	3	5	7	11	17	26	33	44
	1	1	1	1	4	5	8	12	19	25	32
	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27
	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	23
	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19
	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	12
	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	750	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5
	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
FEP,	14	12	21	35	61	79	129	195	299	389	507
FEPB,	12	9	15	25	44	57	94	142	218	284	370
PFA,	10	6	11	18	32	41	68	102	156	203	266
PFAH,	8	3	6	10	18	23	39	58	89	117	152
TFE	6	2	4	7	13	17	27	41	64	83	108
	4	1	3	5	9	12	19	29	44	58	75
	3	1	2	4	7	10	16	24	37	48	63
	2	1	1	3	6	8	13	20	30	40	52

(Continúa)

Tabla C7. (Continuación)

CONDUCTORES											
Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)									
		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)
PFA, PFAH, TFE	1	1	1	2	4	5	9	14	21	28	36
PFA, PFAH, TFE, Z	1/0	1	1	1	3	4	7	11	18	23	30
	2/0	1	1	1	3	4	6	9	14	19	25
	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	20
	4/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17
Z	14	20	26	42	73	95	156	235	360	469	611
	12	14	18	30	52	67	111	167	255	332	434
	10	8	11	18	32	41	68	102	156	203	266
	8	5	7	11	20	26	43	64	99	129	168
	6	4	5	8	14	18	30	45	69	90	118
	4	2	3	5	9	12	20	31	48	62	81
	3	2	2	4	7	9	15	23	35	45	59
	2	1	1	3	6	7	12	19	29	38	49
	1	1	1	2	5	6	10	15	23	30	40
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	14	9	15	25	44	57	93	140	215	280	365
	12	7	12	19	33	43	71	108	165	215	280
	10	5	9	14	25	32	53	80	123	160	209
	8	3	5	8	14	18	29	44	68	89	116
	6	1	3	6	10	13	22	33	50	66	86
	4	1	2	4	7	9	16	24	36	48	62
	3	1	1	3	6	8	13	20	31	40	52
	2	1	1	3	5	7	11	17	26	34	44
	1	1	1	1	4	5	8	12	19	25	33
XHH, XHHW, XHHW-2	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	28
	2/0	0	1	1	2	3	6	9	13	17	23
	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19
	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	10
	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	750	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5
	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2

Tabla C.7 (Continuación)

ALAMBRES DE ARTEFACTOS

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)					
		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
FFH-2,	18	8	15	24	42	54	89
RFH-2,							
RFHH-3	16	7	12	20	35	46	75
SF-2, SFF-2	18	11	19	30	53	69	113
	16	9	15	25	44	57	93
	14	7	12	20	35	46	75
SF-1, SFF-1	18	19	33	53	94	122	199
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	18	14	24	39	69	90	147
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	16	11	20	32	56	72	119
XF,XFF	14	9	15	25	44	57	93
TFN, TFFN	18	23	39	63	111	144	236
	16	17	30	48	85	110	180
PF, PFF,	18	21	37	60	105	136	223
PGF, PGFF,	16	16	29	46	81	105	173
PAF, PTF,	14	12	21	35	61	79	129
PTFF, PAFF							
HF, HFF,	18	28	48	77	136	176	288
ZF, ZFF,	16	20	35	57	100	129	212
ZHF	14	15	26	42	73	95	156
KF-2, KFF-2	18	40	70	112	197	255	418
	16	28	49	79	139	180	295
	14	19	34	54	95	123	202
	12	13	23	37	65	85	139
	10	9	15	25	44	57	93
KF-1, KFF-1	18	48	83	134	235	304	499
	16	34	58	94	165	214	350
	14	23	39	63	111	144	236
	12	15	26	42	73	95	156
	10	10	17	27	48	62	102
XF, XFF	12	5	8	13	23	30	50
	10	3	6	10	18	23	39

Notas:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C.7 (A).
2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C.7(A) Número máximo de conductores compactos en conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) (con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES COMPACTOS												
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)										
Tipo		12 (3/8)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)
THW,	8	1	2	4	7	12	15	25	38	58	76	99
THW-2,	6	1	1	3	5	9	12	19	29	45	59	77
THHW	4	1	1	2	4	7	9	14	22	34	44	57
	2	1	1	1	3	5	6	11	16	25	32	42
	1	0	1	1	1	3	4	7	11	17	23	30
	1/0	0	1	1	1	3	4	6	10	15	20	26
	2/0	0	0	1	1	2	3	5	8	13	16	21
	3/0	0	0	1	1	1	3	4	7	11	14	18
	4/0	0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	250	0	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	300	0	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	350	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	400	0	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	500	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7
	600	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	700	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	750	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5
	900	--	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
THHN,	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
THWN,	6	1	2	4	7	13	17	28	43	66	86	112
THWN-2	4	1	1	3	4	8	11	17	26	41	53	69
	2	1	1	1	3	6	7	12	19	29	38	50
	1	0	1	1	2	4	6	9	14	22	28	37
	1/0	0	1	1	1	4	5	8	12	19	24	32
	2/0	0	1	1	1	3	4	6	10	15	20	26
	3/0	0	0	1	1	2	3	5	8	13	17	22
	4/0	0	0	1	1	1	3	4	7	10	14	18
	250	0	0	1	1	1	1	3	5	8	11	14
	300	0	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	350	0	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11
	400	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	500	0	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	600	0	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6
	700	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	750	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	900	--	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
XHHW,	8	1	3	5	9	15	20	33	49	76	98	129
XHHW-2	6	1	2	4	6	11	15	24	37	56	73	95
	4	1	1	3	4	8	11	17	26	41	53	69
	2	1	1	1	3	6	7	12	19	29	38	50
	1	0	1	1	2	4	6	9	14	22	28	37
	1/0	0	1	1	1	4	5	8	12	19	24	32
	2/0	0	1	1	1	3	4	7	10	16	20	27
	3/0	0	0	1	1	2	3	5	8	13	17	22
	4/0	0	0	1	1	1	3	4	7	11	14	18
	250	0	0	1	1	1	1	3	5	8	11	15
	300	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	350	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	400	0	0	0	1	1	1	2	4	6	7	10
	500	0	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	600	0	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6
	700	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	750	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	900	--	0	0	0	0	1	1	2	2	3	4
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor normalizado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C.8 Número máximo de conductores o alambres para artefactos en conduit metálico rígido (RMC) (con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES													
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)											
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
RHH, RHW, RHW-2	14	4	7	12	21	28	46	66	102	136	176	276	398
	12	3	6	10	17	23	38	55	85	113	146	229	330
	10	3	5	8	14	19	31	44	68	91	118	185	267
	8	1	2	4	7	10	16	23	36	48	61	97	139
	6	1	1	3	6	8	13	18	29	38	49	77	112
	4	1	1	2	4	6	10	14	22	30	38	60	87
	3	1	1	2	4	5	9	12	19	26	34	53	76
	2	1	1	1	3	4	7	11	17	23	29	46	66
	1	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	30	44
	1/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17	26	38
	2/0	0	1	1	1	2	4	5	8	11	14	23	33
	3/0	0	0	1	1	1	3	4	7	10	12	20	28
	4/0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	24
	250	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	13	18
	300	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	350	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6	10	15
	400	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	500	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	11
	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	700	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	8
	750	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5	8
	800	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	5
	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4
	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
TW	14	9	15	25	44	59	98	140	216	288	370	581	839
	12	7	12	19	33	45	75	107	165	221	284	446	644
	10	5	9	14	25	34	56	80	123	164	212	332	480
	8	3	5	8	14	19	31	44	68	91	118	185	267
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	14	6	10	17	29	39	65	93	143	191	246	387	558
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	12	5	8	13	23	32	52	75	115	154	198	311	448
	10	3	6	10	18	25	41	58	90	120	154	242	350
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8	1	4	6	11	15	24	35	54	72	92	145	209

(Continúa)

Tabla C.8 (Continuación)

CONDUCTORES													
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)											
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
RHH*,	6	1	3	5	8	11	18	27	41	55	71	111	160
RHW*,	4	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	83	120
RHW-2*,	3	1	1	3	5	7	12	17	26	35	45	71	103
TW,	2	1	1	2	4	6	10	14	22	30	38	60	87
THW,	1	1	1	1	3	4	7	10	15	21	27	42	61
THHW,	1/0	0	1	1	2	3	6	8	13	18	23	36	52
THW-2	2/0	0	1	1	2	3	5	7	11	15	19	31	44
	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	16	26	37
	4/0	0	0	1	1	1	3	5	8	10	14	21	31
	250	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	300	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	350	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7	12	17
	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	12
	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	900	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	8
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	8
	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	6
	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	3	5
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
THHN,	14	13	22	36	63	85	140	200	309	412	531	833	1202
THWN,	12	9	16	26	46	62	102	146	225	301	387	608	877
THWN-2	10	6	10	17	29	39	64	92	142	189	244	383	552
	8	3	6	9	16	22	37	53	82	109	140	221	318
	6	2	4	7	12	16	27	38	59	79	101	159	230
	4	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62	98	141
	3	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	83	120
	2	1	1	3	5	7	11	17	26	34	44	70	100
	1	1	1	1	4	5	8	12	19	25	33	51	74
	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27	43	63
	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	18	23	36	52
	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	30	43
	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16	25	36
	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13	20	29
	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	10	15	22
	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	8	13	20
	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	11
	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7	11
	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	1000	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	8
FEP,	14	12	22	35	61	83	136	194	300	400	515	808	1166
FEPB,	12	9	16	26	44	60	99	142	219	292	376	590	851
PFA,	10	6	11	18	32	43	71	102	157	209	269	423	610
PFAH,	8	3	6	10	18	25	41	58	90	120	154	242	350
TFE	6	2	4	7	13	17	29	41	64	85	110	172	249
	4	1	3	5	9	12	20	29	44	59	77	120	174
	3	1	2	4	7	10	17	24	37	50	64	100	145
	2	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	83	120

Tabla C.8 (Continuación)

CONDUCTORES													
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)											
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
PFA, PFAH, TFE	1	1	1	2	4	6	9	14	21	28	37	57	83
PFA, PFAH, TFE, Z	1/0	1	1	1	3	5	8	11	18	24	30	48	69
	2/0	1	1	1	3	4	6	9	14	19	25	40	57
	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	21	33	47
	4/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17	27	39
Z	14	15	26	42	73	100	164	234	361	482	621	974	1405
	12	10	18	30	52	71	116	166	256	342	440	691	997
	10	6	11	18	32	43	71	102	157	209	269	423	610
	8	4	7	11	20	27	45	64	99	132	170	267	386
	6	3	5	8	14	19	31	45	69	93	120	188	271
	4	1	3	5	9	13	22	31	48	64	82	129	186
	3	1	2	4	7	9	16	22	35	47	60	94	136
	2	1	1	3	6	8	13	19	29	39	50	78	113
	1	1	1	2	5	6	10	15	23	31	40	63	92
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	14	9	15	25	44	59	98	140	216	288	370	581	839
	12	7	12	19	33	45	75	107	165	221	284	446	644
	10	5	9	14	25	34	56	80	123	164	212	332	480
	8	3	5	8	14	19	31	44	68	91	118	185	267
	6	1	3	6	10	14	23	33	51	68	87	137	197
	4	1	2	4	7	10	16	24	37	49	63	99	143
	3	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	84	121
	2	1	1	3	5	7	12	17	26	35	45	70	101
	1	1	1	1	4	5	9	12	19	26	33	52	76
XHH, XHHW, XHHW-2	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	22	28	44	64
	2/0	0	1	1	2	3	6	9	13	18	23	37	53
	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	30	44
	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16	25	36
	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13	20	30
	300	0	0	1	1	1	3	4	6	9	11	18	25
	350	0	0	1	1	1	2	3	6	7	10	15	22
	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	14	20
	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	11
	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7	11
	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	1000	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	8
	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	5
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	5
	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4

(Continúa)

Tabla C.8 (Continuación)

ALAMBRES DE ARTEFACTOS

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)					
		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
FFH-2,	18	8	15	24	42	57	94
RFH-2,							
RFHH-3	16	7	12	20	35	48	79
SF-2, SFF-2	18	11	19	31	53	72	118
	16	9	15	25	44	59	98
	14	7	12	20	35	48	79
SF-1, SFF-1	18	19	33	54	94	127	209
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	18	14	25	40	69	94	155
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	16	11	20	32	56	76	125
XF,XFF	14	9	15	25	44	59	98
TFN, TFFN	18	23	40	64	111	150	248
	16	17	30	49	84	115	189
PF, PFF,	18	21	38	61	105	143	235
PGF, PGFF,	16	16	29	47	81	110	181
PAF, PTF,	14	12	22	35	61	83	136
PTFF, PAFF							
HF, HFF,	18	28	48	79	135	184	303
ZF, ZFF,	16	20	36	58	100	136	223
ZHF	14	15	26	42	73	100	164
KF-2, KFF-2	18	40	71	114	197	267	439
	16	28	50	80	138	188	310
	14	19	34	55	95	129	213
	12	13	23	38	65	89	146
	10	9	15	25	44	59	98
KF-1, KFF-1	18	48	84	136	235	318	524
	16	34	59	96	165	224	368
	14	23	40	64	111	150	248
	12	15	26	42	73	100	164
	10	10	17	28	48	65	107
XF, XFF	12	5	8	13	23	32	52
	10	3	6	10	18	25	41

Notas:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C.8 (A).
2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C.8(A) Número máximo de conductores compactos en conduit de metal rígido (RMC) (con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES COMPACTOS													
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)											
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
THW, THW-2, THHW	8	2	4	7	12	16	26	38	59	78	101	158	228
	6	1	3	5	9	12	20	29	45	60	78	122	176
	4	1	2	4	7	9	15	22	34	45	58	91	132
	2	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43	67	97
	1	1	1	1	3	5	8	11	17	23	30	47	68
	1/0	1	1	1	3	4	7	10	15	20	26	41	59
	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22	34	50
	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19	29	42
	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15	24	35
	250	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	28
	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	24
	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	400	0	0	1	1	1	1	3	5	7	8	13	20
	500	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7	11	17
	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	12
	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7	11
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	1000	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9
THHN, THWN, THWN-2	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	6	2	5	8	13	18	30	43	66	88	114	179	258
	4	1	3	5	8	11	18	26	41	55	70	110	159
	2	1	1	3	6	8	13	19	29	39	50	79	114
	1	1	1	2	4	6	10	14	22	29	38	60	86
	1/0	1	1	1	4	5	8	12	19	25	32	51	73
	2/0	1	1	1	3	4	7	10	15	21	26	42	60
	3/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22	35	51
	4/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	18	29	42
	250	0	1	1	1	2	4	5	8	11	14	23	33
	300	0	0	1	1	1	3	4	7	10	12	20	28
	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	10	15	22
	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6	10	15
	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
XHHW, XHHW-2	8	3	5	9	15	21	34	49	76	101	130	205	296
	6	2	4	6	11	15	25	36	56	75	97	152	220
	4	1	3	5	8	11	18	26	41	55	70	110	159
	2	1	1	3	6	8	13	19	29	39	50	79	114
	1	1	1	2	4	6	10	14	22	29	38	60	86
	1/0	1	1	1	4	5	8	12	19	25	32	51	73
	2/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27	43	62
	3/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22	35	51
	4/0	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19	29	42
	250	0	1	1	1	2	4	5	8	11	15	23	34
	300	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13	20	29
	350	0	0	1	1	1	3	4	6	9	11	18	25
	400	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10	16	23
	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	10	15
	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	12
	900	0	0	0	0	1	1	2	2	3	5	7	10
	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor normalizado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C.9 Número máximo de conductores o alambres para artefactos en conduit rígido de PVC, Cédula 80 (con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES													
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)											
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
RHH, RHW, RHW-2	14	3	5	9	17	23	39	56	88	118	153	243	349
	12	2	4	7	14	19	32	46	73	98	127	202	290
	10	1	3	6	11	15	26	37	59	79	103	163	234
	8	1	1	3	6	8	13	19	31	41	54	85	122
	6	1	1	2	4	6	11	16	24	33	43	68	98
	4	1	1	1	3	5	8	12	19	26	33	53	77
	3	0	1	1	3	4	7	11	17	23	29	47	67
	2	0	1	1	3	4	6	9	14	20	25	41	58
	1	0	1	1	1	2	4	6	9	13	17	27	38
	1/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	15	23	33
	2/0	0	0	1	1	1	3	4	7	10	13	20	29
	3/0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	4/0	0	0	0	1	1	2	3	5	7	9	15	21
	250	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	300	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	350	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	400	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	12
	500	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	600	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
	700	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	750	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	800	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	5
	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4
	1750	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
TW	14	6	11	20	35	49	82	118	185	250	324	514	736
	12	5	9	15	27	38	63	91	142	192	248	394	565
	10	3	6	11	20	28	47	67	106	143	185	294	421
	8	1	3	6	11	15	26	37	59	79	103	163	234
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	14	4	8	13	23	32	55	79	123	166	215	341	490
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	12	3	6	10	19	26	44	63	99	133	173	274	394
	10	2	5	8	15	20	34	49	77	104	135	214	307
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8	1	3	5	9	12	20	29	46	62	81	128	184

Tabla C.9 (Continuación)

CONDUCTORES

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial) 16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
RHH*,	6	1	1	3	7	9	16	22	35	48	62	98	141
RHW*,	4	1	1	3	5	7	12	17	26	35	46	73	105
RHW-2*,	3	1	1	2	4	6	10	14	22	30	39	63	90
TW,	2	1	1	1	3	5	8	12	19	26	33	53	77
THW,	1	0	1	1	2	3	6	8	13	18	23	37	54
THHW,	1/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	20	32	46
THW-2	2/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17	27	39
	3/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14	23	33
	4/0	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	27
	250	0	0	0	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	300	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	350	0	0	0	1	1	1	2	4	6	7	12	17
	400	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	10	15
	500	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	750	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	800	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	5
	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
THHN,	14	9	17	28	51	70	118	170	265	358	464	736	1055
THWN,	12	6	12	20	37	51	86	124	193	261	338	537	770
THWN-2	10	4	7	13	23	32	54	78	122	164	213	338	485
	8	2	4	7	13	18	31	45	70	95	123	195	279
	6	1	3	5	9	13	22	32	51	68	89	141	202
	4	1	1	3	6	8	14	20	31	42	54	86	124
	3	1	1	3	5	7	12	17	26	35	46	73	105
	2	1	1	2	4	6	10	14	22	30	39	61	88
	1	0	1	1	3	4	7	10	16	22	29	45	65
	1/0	0	1	1	2	3	6	9	14	18	24	38	55
	2/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	20	32	46
	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	17	26	38
	4/0	0	0	1	1	1	3	5	8	10	14	22	31
	250	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	18	25
	300	0	0	0	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	350	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7	12	17
	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	12
	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	9
	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
FEP,	14	8	16	27	49	68	115	164	257	347	450	714	1024
FEPB,	12	6	12	20	36	50	84	120	188	253	328	521	747
PFA,	10	4	8	14	26	36	60	86	135	182	235	374	536
PFAH,	8	2	5	8	15	20	34	49	77	104	135	214	307
TFE	6	1	3	6	10	14	24	35	55	74	96	152	218
	4	1	2	4	7	10	17	24	38	52	67	106	153
	3	1	1	3	6	8	14	20	32	43	56	89	127
	2	1	1	3	5	7	12	17	26	35	46	73	105

(Continúa)

Tabla C.9 (Continuación)

CONDUCTORES													
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)											
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
PFA, PFAH, TFE	1	1	1	1	3	5	8	11	18	25	32	51	73
PFA, PFAH, TFE, Z	1/0	0	1	1	3	4	7	10	15	20	27	42	61
	2/0	0	1	1	2	3	5	8	12	17	22	35	50
	3/0	0	1	1	1	2	4	6	10	14	18	29	41
	4/0	0	0	1	1	1	4	5	8	11	15	24	34
Z	14	10	19	33	59	82	138	198	310	418	542	860	1233
	12	7	14	23	42	58	98	141	220	297	385	610	875
	10	4	8	14	26	36	60	86	135	182	235	374	536
	8	3	5	9	16	22	38	54	85	115	149	236	339
	6	2	4	6	11	16	26	38	60	81	104	166	238
	4	1	2	4	8	11	18	26	41	55	72	114	164
	3	1	2	3	5	8	13	19	30	40	52	83	119
	2	1	1	2	5	6	11	16	25	33	43	69	99
	1	0	1	2	4	5	9	13	20	27	35	56	80
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	14	6	11	20	35	49	82	118	185	250	324	514	736
	12	5	9	15	27	38	63	91	142	192	248	394	565
	10	3	6	11	20	28	47	67	106	143	185	294	421
	8	1	3	6	11	15	26	37	59	79	103	163	234
	6	1	2	4	8	11	19	28	43	59	76	121	173
	4	1	1	3	6	8	14	20	31	42	55	87	125
	3	1	1	3	5	7	12	17	26	36	47	74	106
	2	1	1	2	4	6	10	14	22	30	39	62	89
XHH, XHHW, XHHW-2	1	0	1	1	3	4	7	10	16	22	29	46	66
	1/0	0	1	1	2	3	6	9	14	19	24	39	56
	2/0	0	1	1	1	3	5	7	11	16	20	32	46
	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	17	27	38
	4/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14	22	32
	250	0	0	1	1	1	3	4	6	9	11	18	26
	300	0	0	1	1	1	2	3	5	7	10	15	22
	350	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	14	20
	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7	12	17
	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	11
	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	800	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9
	900	0	0	0	0	0	1	1	-	3	3	5	8
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	6
	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	5
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4

Tabla C.9 (Continuación)

ALAMBRES PARA ARTEFACTOS

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)					
		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
FFH-2,	18	6	11	19	34	47	79
RFH-2,							
RFHH-3	16	5	9	16	28	39	67
SF-2, SFF-2	18	7	14	24	43	59	100
	16	6	11	20	35	49	82
	14	5	9	16	28	39	67
SF-1, SFF-1	18	13	25	42	76	105	177
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	18	10	18	31	56	77	130
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	16	8	15	25	45	62	105
XF,XFF	14	6	11	20	35	49	82
TFN, TFFN	18	16	29	50	90	124	209
	16	12	22	38	68	95	159
PF, PFF,	18	15	28	47	85	118	198
PGF, PGFF,	16	11	22	36	66	91	153
PAF, PTF,	14	8	16	27	49	68	115
PTFF, PAFF							
HF, HFF,	18	19	36	61	110	152	255
ZF, ZFF,	16	14	27	45	81	112	188
ZHF	14	10	19	33	59	82	138
KF-2, KFF-2	18	28	53	88	159	220	371
	16	19	37	62	112	155	261
	14	13	25	43	77	107	179
	12	9	17	29	53	73	123
	10	6	11	20	35	49	82
KF-1, KFF-1	18	33	63	106	190	263	442
	16	23	44	74	133	185	310
	14	16	29	50	90	124	209
	12	10	19	33	59	82	138
	10	7	13	21	39	54	90
XF, XFF	12	3	6	10	19	26	44
	10	2	5	8	15	20	34

Notas:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C.9 (A).

2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C.9(A) Número máximo de conductores compactos en conduit rígido de PVC, Cédula 80
(con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES COMPACTOS													
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)											
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
THW, THW-2, THHW	8	1	3	5	9	13	22	32	50	68	88	140	200
	6	1	2	4	7	10	17	25	39	52	68	108	155
	4	1	1	3	5	7	13	18	29	39	51	81	116
	2	1	1	1	4	5	9	13	21	29	37	60	85
	1	0	1	1	3	4	6	9	15	20	26	42	60
	1/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	23	36	52
	2/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	30	44
	3/0	0	0	1	1	2	4	6	9	12	16	26	37
	4/0	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13	22	31
	250	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11	17	25
	300	0	0	0	1	1	2	3	5	7	9	15	21
	350	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7	12	17
	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	12
	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	900	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6	8
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	8
THHN, THWN, THWN-2	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	6	1	3	6	11	15	25	36	57	77	99	158	226
	4	1	1	3	6	9	15	22	35	47	61	98	140
	2	1	1	2	5	6	11	16	25	34	44	70	100
	1	1	1	1	3	5	8	12	19	25	33	53	75
	1/0	0	1	1	3	4	7	10	16	22	28	45	64
	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	18	23	37	53
	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	31	44
	4/0	0	0	1	1	2	4	6	9	12	16	25	37
	250	0	0	1	1	1	3	4	7	10	12	20	29
	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	350	0	0	0	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	12
	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	11
	900	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6	8
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5	8
XHHW, XHHW-2	8	1	4	7	12	17	29	42	65	88	114	181	260
	6	1	3	5	9	13	21	31	48	65	85	134	193
	4	1	1	3	6	9	15	22	35	47	61	98	140
	2	1	1	2	5	6	11	16	25	34	44	70	100
	1	1	1	1	3	5	8	12	19	25	33	53	75
	1/0	0	1	1	3	4	7	10	16	22	28	45	64
	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	18	24	38	54
	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	31	44
	4/0	0	0	1	1	2	4	6	9	12	16	26	37
	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13	21	30
	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	10	15	22
	400	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9	14	20
	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	17
	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	12
	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7	11
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	8
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor normalizado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C.10 Número máximo de conductores o alambres para artefactos en conduit rígido de PVC, Cédula 40 y en conduit HDPE (con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES													
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)											
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
RHH, RHW, RHW-2	14	4	7	11	20	27	45	64	99	133	171	269	390
	12	3	5	9	16	22	37	53	82	110	142	224	323
	10	2	4	7	13	18	30	43	66	89	115	181	261
	8	1	2	4	7	9	15	22	35	46	60	94	137
	6	1	1	3	5	7	12	18	28	37	48	76	109
	4	1	1	2	4	6	10	14	22	29	37	59	85
	3	1	1	1	4	5	8	12	19	25	33	52	75
	2	1	1	1	3	4	7	10	16	22	28	45	65
	1	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19	29	43
	1/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	16	26	37
	2/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14	22	32
	3/0	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	28
	4/0	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10	16	24
	250	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	12	18
	300	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	350	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	400	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	500	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	11
	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	700	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
	750	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	8
	800	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	5
	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	3
	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
TW	14	8	14	24	42	57	94	135	209	280	361	568	822
	12	6	11	18	32	44	72	103	160	215	277	436	631
	10	4	8	13	24	32	54	77	119	160	206	325	470
	8	2	4	7	13	18	30	43	66	89	115	181	261
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	14	5	9	16	28	38	63	90	139	186	240	378	546
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	12	4	8	12	22	30	50	72	112	150	193	304	439
	10	3	6	10	17	24	39	56	87	117	150	237	343
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8	1	3	6	10	14	23	33	52	70	90	142	205

(Continúa)

Tabla C.10 (Continuación)

CONDUCTORES													
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)											
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
RHH*,	6	1	2	4	8	11	18	26	40	53	69	109	157
RHW*,	4	1	1	3	6	8	13	19	30	40	51	81	117
RHW-2*,	3	1	1	3	5	7	11	16	25	34	44	69	100
TW,	2	1	1	2	4	6	10	14	22	29	37	59	85
THW,	1	0	1	1	3	4	7	10	15	20	26	41	60
THHW,	1/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22	35	51
THW-2	2/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	30	43
	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16	25	36
	4/0	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13	21	30
	250	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	300	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	21
	350	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7	12	17
	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	11
	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	10
	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	6
	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	3	5
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
THHN,	14	11	21	34	60	82	135	193	299	401	517	815	1178
THWN,	12	8	15	25	43	59	99	141	218	293	377	594	859
THWN-2	10	5	9	15	27	37	62	89	137	184	238	374	541
	8	3	5	9	16	21	36	51	79	106	137	216	312
	6	1	4	6	11	15	26	37	57	77	99	156	225
	4	1	2	4	7	9	16	22	35	47	61	96	138
	3	1	1	3	6	8	13	19	30	40	51	81	117
	2	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43	68	98
	1	1	1	1	3	5	8	12	18	25	32	50	73
	1/0	1	1	1	3	4	7	10	15	21	27	42	61
	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22	35	51
	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	14	18	29	42
	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15	24	35
	250	0	0	1	1	1	3	4	7	10	12	20	28
	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	24
	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	21
	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	11
	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	11
	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
FEP,	14	11	20	33	58	79	131	188	290	389	502	790	1142
FEPB,	12	8	15	24	42	58	96	137	212	284	366	577	834
PFA,	10	6	10	17	30	41	69	98	152	204	263	414	598
PFAH,	8	3	6	10	17	24	39	56	87	117	150	237	343
TFE	6	2	4	7	12	17	28	40	62	83	107	169	244
	4	1	3	5	8	12	19	28	43	58	75	118	170
	3	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62	98	142
	2	1	1	3	6	8	13	19	30	40	51	81	117

Tabla C.10 (Continuación)

CONDUCTORES													
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)											
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
PFA, PFAH, TFE	1	1	1	2	4	5	9	13	20	28	36	56	81
PFA, PFAH, TFE, Z	1/0	1	1	1	3	4	8	11	17	23	30	47	68
	2/0	0	1	1	3	4	6	9	14	19	24	39	56
	3/0	0	1	1	2	3	5	7	12	16	20	32	46
	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	16	26	38
Z	14	13	24	40	70	95	158	226	350	469	605	952	1376
	12	9	17	28	49	68	112	160	248	333	429	675	976
	10	6	10	17	30	41	69	98	152	204	263	414	598
	8	3	6	11	19	26	43	62	96	129	166	261	378
	6	2	4	7	13	18	30	43	67	90	116	184	265
	4	1	3	5	9	12	21	30	46	62	80	126	183
	3	1	2	4	6	9	15	22	34	45	58	92	133
	2	1	1	3	5	7	12	18	28	38	49	77	111
	1	1	1	2	4	6	10	14	23	30	39	62	90
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	14	8	14	24	42	57	94	135	209	280	361	568	822
	12	6	11	18	32	44	72	103	160	215	277	436	631
	10	4	8	13	24	32	54	77	119	160	206	325	470
	8	2	4	7	13	18	30	43	66	89	115	181	261
	6	1	3	5	10	13	22	32	49	66	85	134	193
	4	1	2	4	7	9	16	23	35	48	61	97	140
	3	1	1	3	6	8	13	19	30	40	52	82	118
	2	1	1	3	5	7	11	16	25	34	44	69	99
XHH, XHHW, XHHW-2	1	1	1	1	3	5	8	12	19	25	32	51	74
	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27	43	62
	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	23	36	52
	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19	30	43
	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15	24	35
	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13	20	29
	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	11
	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	11
	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	5
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	5
	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4

(Continúa)

Tabla C.10 (Continuación)

ALAMBRES DE ARTEFACTOS

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)					
		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
FFH-2,	18	8	14	23	40	54	90
RFH-2,							
RFHH-3	16	6	12	19	33	46	76
SF-2, SFF-2	18	10	17	29	50	69	114
	16	8	14	24	42	57	94
	14	6	12	19	33	46	76
SF-1, SFF-1	18	17	31	51	89	122	202
RFHH-2, TF,	18	13	23	38	66	90	149
TFF, XF,							
XFF, RFH-1,							
RFHH-2, TF,	16	10	18	30	53	73	120
TFF, XF,							
XFF							
XF,XFF	14	8	14	24	42	57	94
TFN, TFFN	18	20	37	60	105	144	239
	16	16	28	46	80	110	183
PF, PFF,	18	19	35	57	100	137	227
PGF, PGFF,	16	15	27	44	77	106	175
PAF, PTF,	14	11	20	33	58	79	131
PTFF, PAFF							
HF, HFF,	18	25	45	74	129	176	292
ZF, ZFF,	16	18	33	54	95	130	216
ZHF	14	13	24	40	70	95	158
KF-2, KFF-2	18	36	65	107	187	256	424
	16	26	46	75	132	180	299
	14	17	31	52	90	124	205
	12	12	22	35	62	85	141
	10	8	14	24	42	57	94
KF-1, KFF-1	18	43	78	128	223	305	506
	16	30	55	90	157	214	355
	14	20	37	60	105	144	239
	12	13	24	40	70	95	158
	10	9	16	26	45	62	103
XF, XFF	12	4	8	12	22	30	50
	10	3	6	10	17	24	39

Notas:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C.10 (A).

2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C.10(A) Número máximo de conductores compactos en conduit rígido de PVC, Cédula 40 y en conduit HDPE (con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES COMPACTOS													
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)											
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
THW, THW-2, THHW	8	1	4	6	11	15	26	37	57	76	98	155	224
	6	1	3	5	9	12	20	28	44	59	76	119	173
	4	1	1	3	6	9	15	21	33	44	57	89	129
	2	1	1	2	5	6	11	15	24	32	42	66	95
	1	1	1	1	3	4	7	11	17	23	29	46	67
	1/0	0	1	1	3	4	6	9	15	20	25	40	58
	2/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	21	34	49
	3/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	18	29	42
	4/0	0	1	1	1	2	4	5	9	12	15	24	35
	250	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	27
	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10	16	24
	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	21
	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	12
	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7	11
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	1000	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9
THHN, THWN, THWN-2	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	6	2	4	7	13	17	29	41	64	86	111	175	253
	4	1	2	4	8	11	18	25	40	53	68	108	156
	2	1	1	3	5	8	13	18	28	38	49	77	112
	1	1	1	2	4	6	9	14	21	29	37	58	84
	1/0	1	1	1	3	5	8	12	18	24	31	49	72
	2/0	0	1	1	3	4	7	9	15	20	26	41	59
	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	17	22	34	50
	4/0	0	1	1	1	3	4	6	10	14	18	28	41
	250	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14	22	32
	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	28
	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	10	17	24
	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	13	18
	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6	10	15
	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	12
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
XHHW, XHHW-2	8	3	5	8	14	20	33	47	73	99	127	200	290
	6	1	4	6	11	15	25	35	55	73	94	149	215
	4	1	2	4	8	11	18	25	40	53	68	108	156
	2	1	1	3	5	8	13	18	28	38	49	77	112
	1	1	1	2	4	6	9	14	21	29	37	58	84
	1/0	1	1	1	3	5	8	12	18	24	31	49	72
	2/0	1	1	1	3	4	7	10	15	20	26	42	60
	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	17	22	34	50
	4/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	18	29	42
	250	0	0	1	1	1	4	5	8	11	14	23	33
	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	28
	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	10	15	22
	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	13	18
	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6	10	15
	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	12
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor normalizado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C.11 Número máximo de conductores o alambres para artefactos en conduit rígido de PVC, Tipo A (con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES											
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)									
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)
RHH, RHW, RHW-2	14	5	9	15	24	31	49	74	112	146	187
	12	4	7	12	20	26	41	61	93	121	155
	10	3	6	10	16	21	33	50	75	98	125
	8	1	3	5	8	11	17	26	39	51	65
	6	1	2	4	6	9	14	21	31	41	52
	4	1	1	3	5	7	11	16	24	32	41
	3	1	1	3	4	6	9	14	21	28	36
	2	1	1	2	4	5	8	12	18	24	31
	1	0	1	1	2	3	5	8	12	16	20
	1/0	0	1	1	2	3	5	7	10	14	18
	2/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	3/0	0	1	1	1	1	3	5	8	10	13
	4/0	0	0	1	1	1	3	4	7	9	11
	250	0	0	1	1	1	1	3	5	7	8
	300	0	0	1	1	1	1	3	4	6	7
	350	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	400	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6
	500	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	750	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	800	0	0	0	0	1	1	1	1	3	3
	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
TW	14	11	18	31	51	67	105	157	235	307	395
	12	8	14	24	39	51	80	120	181	236	303
	10	6	10	18	29	38	60	89	135	176	226
	8	3	6	10	16	21	33	50	75	98	125
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	14	7	12	20	34	44	70	104	157	204	262
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	12	6	10	16	27	35	56	84	126	164	211
	10	4	8	13	21	28	44	65	98	128	165
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8	2	4	8	12	16	26	39	59	77	98
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THHW, THW, THW-2	6	1	3	6	9	13	20	30	45	59	75

Tabla C.11 (Continuación)

CONDUCTORES											
Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)									
		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)
RHH*,	4	1	2	4	7	9	15	22	33	44	56
RHW*,	3	1	1	4	6	8	13	19	29	37	48
RHW-2*,	2	1	1	3	5	7	11	16	24	32	41
TW,	1	1	1	1	3	5	7	11	17	22	29
THW,	1/0	1	1	1	3	4	6	10	14	19	24
THHW,	2/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	21
THW-2	3/0	0	1	1	1	3	4	7	10	13	17
	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	11	14
	250	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	400	0	0	1	1	1	1	3	5	6	8
	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	750	0	0	0	1	1	1	1	3	3	4
	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	1000	0	0	0	0	1	1	1	1	3	3
	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	14	16	27	44	73	96	150	225	338	441	566
	12	11	19	32	53	70	109	164	246	321	412
	10	7	12	20	33	44	69	103	155	202	260
	8	4	7	12	19	25	40	59	89	117	150
	6	3	5	8	14	18	28	43	64	84	108
THHN,	4	1	3	5	8	11	17	26	39	52	66
THWN,	3	1	2	4	7	9	15	22	33	44	56
THWN-2	2	1	1	3	6	8	12	19	28	37	47
	1	1	1	2	4	6	9	14	21	27	35
	1/0	1	1	2	4	5	8	11	17	23	29
	2/0	1	1	1	3	4	6	10	14	19	24
	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	20
	4/0	0	1	1	1	3	4	6	10	13	17
	250	0	1	1	1	2	3	5	8	10	14
	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	500	0	0	1	1	1	1	3	4	6	7
	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	800	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
FEP,	14	15	26	43	70	93	146	218	327	427	549
FEPB,	12	11	19	31	51	68	106	159	239	312	400
PFA,	10	8	13	22	37	48	76	114	171	224	287
PFAH,	8	4	8	13	21	28	44	65	98	128	165
TFE	6	3	5	9	15	20	31	46	70	91	117
	4	1	4	6	10	14	21	32	49	64	82
	3	1	3	5	8	11	18	27	40	53	68
	2	1	2	4	7	9	15	22	33	44	56

(Continúa)

Tabla C.11 (Continuación)

CONDUCTORES											
Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)									
		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)
PFA, PFAH, TFE	1	1	1	3	5	6	10	15	23	30	39
PFA, PFAH, TFE, Z	1/0	1	1	2	4	5	8	13	19	25	32
	2/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27
	3/0	1	1	1	3	3	6	9	13	17	22
	4/0	0	1	1	2	3	5	7	11	14	18
Z	14	18	31	52	85	112	175	263	395	515	661
	12	13	22	37	60	79	124	186	280	365	469
	10	8	13	22	37	48	76	114	171	224	287
	8	5	8	14	23	30	48	72	108	141	181
	6	3	6	10	16	21	34	50	76	99	127
	4	2	4	7	11	15	23	35	52	68	88
	3	1	3	5	8	11	17	25	38	50	64
	2	1	2	4	7	9	14	21	32	41	53
	1	1	1	3	5	7	11	17	26	33	43
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	14	11	18	31	51	67	105	157	235	307	395
	12	8	14	24	39	51	80	120	181	236	303
	10	6	10	18	29	38	60	89	135	176	226
	8	3	6	10	16	21	33	50	75	98	125
	6	2	4	7	12	15	24	37	55	72	93
	4	1	3	5	8	11	18	26	40	52	67
	3	1	2	4	7	9	15	22	34	44	57
	2	1	1	3	6	8	12	19	28	37	48
XHH, XHHW, XHHW-2	1	1	1	3	4	6	9	14	21	28	35
	1/0	1	1	2	4	5	8	12	18	23	30
	2/0	1	1	1	3	4	6	10	15	19	25
	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	20
	4/0	0	1	1	1	3	4	7	10	13	17
	250	0	1	1	1	2	3	5	8	11	14
	300	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	10
	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	500	0	0	1	1	1	1	3	4	6	8
	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	800	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	1750	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Tabla C.11 (Continuación)

ALAMBRES PARA ARTEFACTOS

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)					
		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)
FFH-2, RFH-2, RFHH-3	18	10	18	30	48	64	100
	16	9	15	25	41	54	85
SF-2, SFF-2	18	13	22	37	61	81	127
	16	11	18	31	51	67	105
	14	9	15	25	41	54	85
SF-1, SFF-1	18	23	40	66	108	143	224
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	18	17	29	49	80	105	165
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	16	14	24	39	65	85	134
XF, XFF	14	11	18	31	51	67	105
TFN, TFFN	18	28	47	79	128	169	265
	16	21	36	60	98	129	202
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	18	26	45	74	122	160	251
	16	20	34	58	94	124	194
	14	15	26	43	70	93	146
HF, HFF, ZF, ZFF, ZHF	18	34	58	96	157	206	324
	16	25	42	71	116	152	239
	14	18	31	52	85	112	175
KF-2, KFF-2	18	49	84	140	228	300	470
	16	35	59	98	160	211	331
	14	24	40	67	110	145	228
	12	16	28	46	76	100	157
	10	11	18	31	51	67	105
KF-1, KFF-1	18	59	100	167	272	357	561
	16	41	70	117	191	251	394
	14	28	47	79	128	169	265
	12	18	31	52	85	112	175
	10	12	20	34	55	73	115
XF, XFF	12	6	10	16	27	35	56
	10	4	8	13	21	28	44

Notas:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C.11(A).
2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C.11(A) Número máximo de conductores compactos en conduit rígido de PVC, Tipo A
(con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES COMPACTOS											
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)									
Tipo		16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1 ¼)	41 (1 ½)	53 (2)	63 (2 ½)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)
THW, THW-2, THHW	8	3	5	8	14	18	28	42	64	84	107
	6	2	4	6	10	14	22	33	49	65	83
	4	1	3	5	8	10	16	24	37	48	62
	2	1	1	3	6	7	12	18	27	36	46
	1	1	1	2	4	5	8	13	19	25	32
	1/0	1	1	1	3	4	7	11	16	21	28
	2/0	1	1	1	3	4	6	9	14	18	23
	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	15	20
	4/0	0	1	1	1	3	4	6	10	13	17
	250	0	1	1	1	1	3	5	8	10	13
	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	11
	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	500	0	0	1	1	1	1	3	4	6	8
	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	900	0	0	0	0	1	1	2	2	3	4
	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
THHN, THWN, THWN-2	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	6	3	5	9	15	20	32	48	72	94	121
	4	1	3	6	9	12	20	30	45	58	75
	2	1	2	4	7	9	14	21	32	42	54
	1	1	1	3	5	7	10	16	24	31	40
	1/0	1	1	2	4	6	9	13	20	27	34
	2/0	1	1	1	3	5	7	11	17	22	28
	3/0	1	1	1	3	4	6	9	14	18	24
	4/0	0	1	1	2	3	5	8	11	15	19
	250	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	300	0	1	1	1	1	3	5	8	10	13
	350	0	0	1	1	1	3	4	7	9	11
	400	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	500	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	600	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7
	700	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	750	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	900	0	0	0	1	1	1	2	3	4	5
	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
XHHW, XHHW-2	8	4	6	11	18	23	37	55	83	108	139
	6	3	5	8	13	17	27	41	62	80	103
	4	1	3	6	9	12	20	30	45	58	75
	2	1	2	4	7	9	14	21	32	42	54
	1	1	1	3	5	7	10	16	24	31	40
	1/0	1	1	2	4	6	9	13	20	27	34
	2/0	1	1	1	3	5	7	11	17	22	29
	3/0	1	1	1	3	4	6	9	14	18	24
	4/0	0	1	1	2	3	5	8	12	15	20
	250	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	300	0	1	1	1	1	3	5	8	10	13
	350	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	400	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	500	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	600	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7
	700	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	750	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	900	0	0	0	1	1	1	2	3	4	5
	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor normalizado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C.12 Número máximo de conductores en conduit de PVC, Tipo EB
(con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

CONDUCTORES							
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)					
Tipo		53 (2)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)	129 (6)	155 (6)
RHH, RHW, RHW-2	14	53	119	155	197	303	430
	12	44	98	128	163	251	357
	10	35	79	104	132	203	288
	8	18	41	54	69	106	151
	6	15	33	43	55	85	121
	4	11	26	34	43	66	94
	3	10	23	30	38	58	83
	2	9	20	26	33	50	72
	1	6	13	17	21	33	47
	1/0	5	11	15	19	29	41
	2/0	4	10	13	16	25	36
	3/0	4	8	11	14	22	31
	4/0	3	7	9	12	18	26
	250	2	5	7	9	14	20
	300	1	5	6	8	12	17
	350	1	4	5	7	11	16
	400	1	4	5	6	10	14
	500	1	3	4	5	9	12
	600	1	3	3	4	7	10
	700	1	2	3	4	6	9
	750	1	2	3	4	6	9
	800	1	2	3	4	6	8
	900	1	1	2	3	5	7
	1000	1	1	2	3	5	7
	1250	1	1	1	2	3	5
	1500	0	1	1	1	3	4
	1750	0	1	1	1	3	4
	2000	0	1	1	1	2	3
TW	14	111	250	327	415	638	907
	12	85	192	251	319	490	696
	10	63	143	187	238	365	519
	8	35	79	104	132	203	288
RHH*, RHW*, RWH-2*, THHW, THW, THW-2	14	74	166	217	276	424	603
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	12	59	134	175	222	341	485
	10	46	104	136	173	266	378
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW THW-2	8	28	62	81	104	159	227

(Continúa)

Tabla C.12 (Continuación)

CONDUCTORES

Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial) 53 (2)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)	129 (6)	155 (6)
RHH*,	6	21	48	62	79	122	173
RHW*,	4	16	36	46	59	91	129
RHW-2*,	3	13	30	40	51	78	111
TW, THW,	2	11	26	34	43	66	94
THHW,	1	8	18	24	30	46	66
THW-2	1/0	7	15	20	26	40	56
	2/0	6	13	17	22	34	48
	3/0	5	11	14	18	28	40
	4/0	4	9	12	15	24	34
	250	3	7	10	12	19	27
	300	3	6	8	11	17	24
	350	2	6	7	9	15	21
	400	2	5	7	8	13	19
	500	1	4	5	7	11	16
	600	1	3	4	6	9	13
	700	1	3	4	5	8	11
	750	1	3	4	5	7	11
	800	1	3	3	4	7	10
	900	1	2	3	4	6	9
	1000	1	2	3	4	6	8
	1250	1	1	2	3	4	6
	1500	1	1	1	2	4	6
	1750	1	1	1	2	3	5
	2000	0	1	1	1	3	4
THHN,	14	159	359	468	595	915	1300
THWN,	12	116	262	342	434	667	948
THWN-2	10	73	165	215	274	420	597
	8	42	95	124	158	242	344
	6	30	68	89	114	175	248
	4	19	42	55	70	107	153
	3	16	36	46	59	91	129
	2	13	30	39	50	76	109
	1	10	22	29	37	57	80
	1/0	8	18	24	31	48	68
	2/0	7	15	20	26	40	56
	3/0	5	13	17	21	33	47
	4/0	4	10	14	18	27	39
	250	4	8	11	14	22	31
	300	3	7	10	12	19	27
	350	3	6	8	11	17	24
	400	2	6	7	10	15	21
	500	1	5	6	8	12	18
	600	1	4	5	6	10	14
	700	1	3	4	6	9	12
	750	1	3	4	5	8	12
	800	1	3	4	5	8	11
	900	1	3	3	4	7	10
	1000	1	2	3	4	6	9
FEP, FEPB,	14	155	348	454	578	888	1261
PFA, PFAH,	12	113	254	332	422	648	920
TFE	10	81	182	238	302	465	660
	8	46	104	136	173	266	378
	6	33	74	97	123	189	269
	4	23	52	68	86	132	188
	3	19	43	56	72	110	157
	2	16	36	46	59	91	129

Tabla C.12 (Continuación)

CONDUCTORES							
Tipo	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)					
		53 (2)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)	129 (6)	155 (6)
PFA, PFAH, TFE	1	11	25	32	41	63	90
PFA, PFAH, TFE, Z	1/0	9	20	27	34	53	75
	2/0	7	17	22	28	43	62
	3/0	6	14	18	23	36	51
	4/0	5	11	15	19	29	42
Z	14	186	419	547	696	1069	1519
	12	132	297	388	494	759	1078
	10	81	182	238	302	465	660
	8	51	115	150	191	294	417
	6	36	81	105	134	206	293
	4	24	55	72	92	142	201
	3	18	40	53	67	104	147
	2	15	34	44	56	86	122
	1	12	27	36	45	70	99
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	14	111	250	327	415	638	907
	12	85	192	251	319	490	696
	10	63	143	187	238	365	519
	8	35	79	104	132	203	288
	6	26	59	77	98	150	213
	4	19	42	56	71	109	155
	3	16	36	47	60	92	131
	2	13	30	39	50	77	110
XHH, XHHW, XHHW-2	1	10	22	29	37	58	82
	1/0	8	19	25	31	48	69
	2/0	7	16	20	26	40	57
	3/0	6	13	17	22	33	47
	4/0	5	11	14	18	27	39
	250	4	9	11	15	22	32
	300	3	7	10	12	19	28
	350	3	6	9	11	17	24
	400	2	6	8	10	15	22
	500	1	5	6	8	12	18
	600	1	4	5	6	10	14
	700	1	3	4	6	9	12
	750	1	3	4	5	8	12
	800	1	3	4	5	8	11
	900	1	3	3	4	7	10
	1000	1	2	3	4	6	9
	1250	1	1	2	3	5	7
	1500	1	1	1	3	4	6
	1750	1	1	1	2	4	5
	2000	0	1	1	1	3	5

Notas:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C.12(A).
2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C.12(A) Número máximo de conductores compactos en conduit de PVC, Tipo EB
(con base en la Tabla 1, Capítulo 9)

		CONDUCTORES					
	Calibre del conductor (AWG/ kcmil)	Designador métrico (tamaño comercial)					
Tipo		53 (2)	78 (3)	91 (3 ½)	103 (4)	129 (6)	155 (6)
THW, THW-2, THHW	8	30	68	89	113	174	247
	6	23	52	69	87	134	191
	4	17	39	51	65	100	143
	2	13	29	38	48	74	105
	1	9	20	26	34	52	74
	1/0	8	17	23	29	45	64
	2/0	6	15	19	24	38	54
	3/0	5	12	16	21	32	46
	4/0	4	10	14	17	27	38
	250	3	8	11	14	21	30
	300	3	7	9	12	19	26
	350	3	6	8	11	17	24
	400	2	6	7	10	15	21
	500	1	5	6	8	12	18
	600	1	4	5	6	10	14
	700	1	3	4	6	9	13
	750	1	3	4	5	8	12
	900	1	3	4	5	7	10
	1000	1	2	3	4	7	9
THHN, THWN, THWN-2	8	--	--	--	--	--	--
	6	34	77	100	128	196	279
	4	21	47	62	79	121	172
	2	15	34	44	57	87	124
	1	11	25	33	42	65	93
	1/0	9	22	28	36	56	79
	2/0	8	18	23	30	46	65
	3/0	6	15	20	25	38	55
	4/0	5	12	16	20	32	45
	250	4	10	13	16	25	35
	300	4	8	11	14	22	31
	350	3	7	9	12	19	27
	400	3	6	8	11	17	24
	500	2	5	7	9	14	20
	600	1	4	6	7	11	16
	700	1	4	5	6	10	14
	750	1	4	5	6	9	14
	900	1	3	4	5	7	10
	1000	1	3	3	4	7	10
XHHW, XHHW-2	8	39	88	115	146	225	320
	6	29	65	85	109	167	238
	4	21	47	62	79	121	172
	2	15	34	44	57	87	124
	1	11	25	33	42	65	93
	1/0	9	22	28	36	56	79
	2/0	8	18	24	30	47	67
	3/0	6	15	20	25	38	55
	4/0	5	12	16	21	32	46
	250	4	10	13	17	26	37
	300	4	8	11	14	22	31
	350	3	7	10	12	19	28
	400	3	7	9	11	17	25
	500	2	5	7	9	14	20
	600	1	4	6	7	11	16
	700	1	4	5	6	10	14
	750	1	3	5	6	9	13
	900	1	3	4	5	7	10
	1000	1	3	4	5	7	10

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor normalizado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

ANEXO D. Ejemplos

Este anexo no forma parte de los requisitos de este documento de la NFPA y se incluye exclusivamente para efectos informativos.

Selección de Conductores. En los siguientes ejemplos, los resultados generalmente se expresan en amperes (A). Para seleccionar los calibres de los conductores, diríjase a las tablas de ampacidad para tensiones de 0 a 2000 volts (V) del Artículo 310 y las reglas de la sección 310.5 en lo relacionado con tales tablas.

Tensión. Para la aplicación uniforme de los Artículos 210, 215 y 220, se emplea una tensión nominal de 120, 120/240, 240 y 208Y/120 V, al calcular la carga en amperes en el conductor.

Fracciones de un ampere. Excepto cuando los cálculos resulten en una fracción mayor de un ampere (0.5 o mayor), se permitirá obviar dichas fracciones.

Factor de potencia. Los cálculos de los siguientes ejemplos se basan, por razones de conveniencia, en el supuesto de que todas las cargas tienen el mismo factor de potencia (FP).

Estufas. Para el cálculo de las cargas de las estufas en estos ejemplos, se ha empleado la columna C de la Tabla 220.55. Para métodos opcionales, véanse las columnas A y B de la Tabla 220.55. Excepto cuando los cálculos dan como resultado una fracción mayor de un kilowatt (0.5 o más), se permitirá obviar dichas fracciones.

Unidades SI. Para conversiones métricas, 0.093 m^2 =1 pie^2 y 0.3048 m = 1 pie.

Ejemplo D1(a). Vivienda unifamiliar

La vivienda tiene un área de piso de 1500 $pies^2$, sin incluir un sótano sin terminar no adaptable para uso futuro, un ático sin terminar y pórticos abiertos. Los electrodomesticos son una estufa de 12 kW y una secadora de 5.5 kW, 240 V. Asumir que el valor nominal en kW de la estufa y de la secadora son equivalentes al valor nominal en kVA, de acuerdo con las secciones 220.54 y 220.55.

Carga calculada [véase la sección 220.40]

Carga de alumbrado general: 1500 pies 2 a 3 VA por pie^2 = 4500 VA

Cantidad mínima de circuitos ramales exigidos [véase la sección 210.11(A)]

Carga de alumbrado general: 4500 VA ÷ 120V = 37.5 A

Se requieren tres circuitos bifilares de 15.A, o dos circuitos bifilares de 20 A.

Carga de electrodomesticos pequeños: dos circuitos bifilares de 20.A [véase la sección 210.11(C)(1)]

Carga de lavandería: Un circuito bifilar de 20.A [véase la sección 210.11(C)(2)]

Circuito ramal para el baño: Un circuito bifilar de 20.A (no se requiere cálculo de carga adicional para este circuito) [véase la sección 210.11(C)(3)]

Calibre mínimo exigido del alimentador [véase la sección 220.40]

Alumbrado general	4,500 VA
Electrodomesticos pequeños	3,000 VA
Lavandería	1,500 VA
Total	9,000 VA
3000 VA al 100%	3,000 VA
9000 VA - 3000 VA = 6000 VA al 35%	2,100 VA
Carga Neta	5,100 VA

Estufa (ver Tabla 220.55)	8,000 VA
Carga de la secadora (ver Tabla 220.54)	5,500 VA
Carga neta calculada	18,600 VA

Carga neta calculada para el alimentador o la acometida monofásica, trifilar de 120/240 V.

18,600 VA ÷ 240 V = 77.5 A

Las secciones 230.42(B) y 230.79 exigen conductores de la acometida y un medio de desconexión con valor nominal no inferior a 100 amperes.

Cálculo del neutro para el alimentador y la acometida

Carga de alumbrado y electrodomesticos pequeños	5,100 VA
Estufa: 8000 VA al 70% (véase la sección 220.61)	5,600 VA
Secadora: 5500 VA al 70% (véase la sección 220.61)	3,850 VA
Total	14,550 VA

Carga calculada para el neutro

14,550 VA ÷ 240 V = 60.6 A

Ejemplo D1(b) Vivienda unifamiliar

Se asumen las mismas condiciones del Ejemplo D1(a), más un aire acondicionado adicional para habitación, de 6.A, 230. V; y una unidad de aire acondicionado adicional para habitación, de 12.A, 115. V; * un dispositivo para disposición de desechos de 8.A, 115.V nominales y una lavadora de platos de 10.A 120.V nominales. Con respecto a información acerca de motores generales véase el Artículo 430, y para el equipo de aire acondicionado el Artículo 440, Parte VII. Los motores tienen valor nominal, de acuerdo con la placa de características, de 115 V y 230 V para emplearse en sistemas de tensión nominal de 120.V y 240.V.

*(Para el neutro del alimentador se emplea el más grande de los dos electrodomesticos por el desequilibrio)

A partir del Ejemplo D1(a), la corriente del alimentador es 78 A (trifilar, 240 V).

	Línea A	Neutro	Línea B
Amperes del Ejemplo D1(a)	78	61	78
Un aire acondicionado de 230.V	6	--	6
Un aire acondicionado de 115.V y una lavadora de platos de 120.V	12	12	10
Un dispositivo de disposición de desechos de 115.V	--	8	8
25% del motor más grande (véase la sección 430.24)	3	3	2
Total de amperes por línea	99	84	104

Por consiguiente, la acometida sería de 110 A nominales

Ejemplo D2(a). Cálculo opcional para una vivienda unifamiliar, con la calefacción mayor que el aire acondicionado [véase la sección 220.82]

La vivienda tiene un área de piso de 1500 $pies^2$, sin incluir un sótano sin terminar no adaptable para uso futuro, un ático sin terminar y los pórticos abiertos. Tiene una estufa de 12.kW, un calentador de agua de 2.5.kW, una lavadora de platos de 1.2 kW, 9 kW de calefacción eléctrica instalada en 5 habitaciones, una secadora de ropa de 5 kW, y una unidad de aire acondicionado para habitaciones, de 6.A, 230 V. Se asume que el valor nominal en kW de la estufa, el calentador de

agua, la lavadora de platos, el calefactor de habitaciones y la secadora de ropa es equivalente a la capacidad nominal en kVA.

Cálculo de los kVA del aire acondicionado

6 A x 230 V ÷ 1000 = 1.38 kVA

Estos 1.38 kVA [numeral 1 de la sección 220.82(C)] representan menos del 40% de los 9 kVA de la calefacción eléctrica controlada independientemente [numeral 6 de la sección 220.82(C)], de modo que no se requiere incluir los 1.38 kVA en el cálculo de la acometida.

Carga general

1500 pies² a 3 VA	4,500 VA
Dos circuitos de salida para electrodomesticos de 20 A a 1500 VA cada uno	3,000 VA
Circuito de lavandería	1,500 VA
Estufa (de acuerdo con la placa de características nominales)	12,000 VA
Calentador de agua	2,500 VA
Lavadora de platos	1,200 VA
Secadora de ropa	5,000 VA
Total	29,700 VA

Aplicación del Factor de demanda [véase la sección 220.82(B)]

Primeros 10 kVA de la carga general al 100%	10,000 VA
Remanente de la carga general al 40% (19.7 kVA x 0,4)	7,880 VA
Total de la carga general	17,880 VA
9 kVA de calefacción al 40% (9000 VA x 0.4)=	3,600 VA
Total	21,480 VA

Carga calculada para el calibre de la acometida

21.48 kVA = 21,480 VA
21,480 VA ÷ 240 V = 89.5 A

Por lo tanto, la ampacidad mínima de la acometida debería ser de 100 A, de acuerdo con las secciones 230.42 y 230.79.

Carga del neutro del alimentador, de acuerdo con la sección 220.61

1500 pies² a 3 VA	4,500 VA
Tres circuitos de 20.A a 1500 VA	4,500 VA
Total	9,000 VA
3000 VA al 100%	3,000 VA
9000 VA - 3000 VA = 6000 VA al 35%	2,100 VA
Subtotal	5,100 VA
Estufa: 8 kVA al 70%	5,600 VA
Secadora de ropa: 5 kVA al 70%	3,500 VA
Lavadora de platos	1,200 VA
Total	15,400 VA

Carga calculada para el neutro

15,400 VA ÷ 240 V = 64,2 A

Ejemplo D2(b). Cálculo opcional para una vivienda unifamiliar, con el aire acondicionado mayor que la calefacción [véanse las secciones 220.82(A) y 220.82(C)]

La vivienda tiene un área de piso de 1500 pies², sin incluir un sótano sin terminar no adaptable para uso futuro, un ático sin terminar y los pórticos abiertos. Tiene dos circuitos de 20 A para electrodomesticos pequeños; un circuito de lavandería de 20.A; dos hornos montados en la pared de 4.kW; una unidad de cocción de 5.1 kW montada en un mesón; un calentador de agua de 4.5.kW; una lavadora de platos de 1.2.kW; una combinación de lavadora y secadora de ropa de 5 kW; seis unidades de aire acondicionado, de 7 A, 230 V, para habitaciones; y un calefactor de ambiente de 1.5 kW permanentemente instalado en el baño. Se asume que el valor nominal en kW de los hornos montados en la pared, la unidad de cocción montada en el mesón, el calentador de agua, la lavadora de platos y la combinación de lavadora y secadora de ropa son equivalentes al valor nominal en kVA.

Cálculo de los kVA del aire acondicionado

Total de amperes = 6 unidades x 7 A = 42 A
42 A x 240 V ÷ 1000 = 10.08 kVA (se asume que el FP = 1.0)

Carga incluida al 100%
Aire acondicionado: incluido a continuación [véase el numeral 1 de la sección 220.82(C)]
Calefactor ambiental: Omitir [véase el numeral 5 de la sección 220.82(C)].

Carga general

1500 pies² a 3 VA	4,500 VA
Dos circuitos para electrodomesticos pequeños de 20.A a 1500 VA cada uno	3,000 VA
Circuito de lavandería	1,500 VA
Dos hornos	8,000 VA
Una unidad de cocción	5,100 VA
Calentador de agua	4,500 VA
Lavadora de platos	1,200 VA
Lavadora/secadora de ropa	5,000 VA
Carga general Total	32,800 VA
Primeros 10 kVA al 100%	10,000 VA
Carga Restante al 40% (22.8 kVA x 0.4 x 1000)	9,120 VA
Subtotal de la Carga general	19,120 VA
Aire acondicionado	10,080 VA
Total	29,200 VA

Carga calculada para la acometida

29,200 VA ÷ 240 V = 122 A (valor nominal de la acometida)

Carga del neutro del alimentador, de acuerdo con la sección 220.61

Se asume que los dos hornos de 4.kVA montados en la pared se alimentan mediante un circuito ramal; y la unidad de cocción de 5.1.kVA montada en el mesón, mediante un circuito independiente.

1500 pies² a 3 VA	4,500 VA
Tres circuitos de 20.A a 1500 VA	4,500 VA
Subtotal	9,000 VA
3000 VA al 100%	3,000 VA
9000 VA - 3000 VA = 6000 VA al 35%	2,100 VA
Subtotal	5,100 VA

Dos hornos de 4 kVA más una unidad de cocción de 5.1 kVA = 13.1 kVA. La Tabla 220.55 permite un factor de demanda del 55% o 13.1 kVA x 0.55 = 7.2 kVA de capacidad del alimentador.

Subtotal de lo indicado arriba	5,100 VA
Hornos y unidad de cocción: 7200 VA x 70% para la carga del neutro	5,040 VA
Lavadora / secadora de ropa: 5 kVA x 70% para la carga del neutro	3,500 VA
Lavadora de platos	1,200 VA
Total	14,840 VA

Carga calculada para el neutro

14,840 VA ÷ 240 V = 61.83 A (se usan 62 A)

Ejemplo D2(c) Cálculo opcional para una vivienda unifamiliar, con bomba de calor (monofásica, acometida de 240/120 . V) (véase la sección 220.82)

La vivienda tiene un área de piso de 2000 pies², sin incluir un sótano sin terminar no adaptable para uso futuro, un ático sin terminar y los pórticos abiertos. Tiene una estufa de 12.kW, un calentador de agua de 4.5.kW, una lavadora de platos de 1.2.kW, una secadora de ropa de 5 kW, y una bomba de calor de 2 ½ ton. (24 A) con 15 kW de calor de reserva.

Cálculo de los kVA de la bomba de calor

24 A x 240 V ÷ 1000 = 5.76 kVA

Este valor de 5.76 kVA es inferior al de 15 kVA del calor de reserva; por consiguiente, no se requiere incluir la carga de la bomba de calor en el cálculo de la acometida [véase la sección 220.82(C)].

Carga general

2000 pies² a 3 VA	6,000 VA
Dos circuitos de salida para electrodomesticos de 20.A a 1500 VA cada uno	3,000 VA
Circuito de lavandería	1,500 VA
Estufa (de acuerdo con la placa de características nominales)	12,000 VA
Calentador de agua	4,500 VA
Lavadora de platos	1,200 VA
Secadora de ropa	5,000 VA
Subtotal de la carga general	33,200 VA
Primeros 10 kVA de la carga general al 100%	10,000 VA
Remanente de la carga general al 40% (23,200 VA x 0.4)	9,280 VA
Carga general neta total	19,280 VA

Bomba de calor y calor complementario*

240 V x 24 A = 5760 VA

Calefacción eléctrica de 15 kW:

5760 VA + (15,000 VA x 65%) = 5.76 kVA + 9.75 kVA = 15.51 kVA

* Si la calefacción complementaria no se enciende al mismo tiempo que la bomba de calor, no se exigirá adicionar los kVA de la bomba de calor al total.

Totales

Carga general neta	19,280 VA
Bomba de calor y calefacción complementaria	15,510 VA
Total	34,790 VA

Carga calculada para la acometida

34.79 kVA x 1000 ÷ 240 V = 144.96 A

Por lo tanto, se permitirá que una acometida de 150.A alimente esta unidad de vivienda.

Ejemplo D3 Edificio de comercio

Un almacén de 50 pies por 60 pies, o 3000 pies² que tiene 30 pies de escaparate. Existe un total de 80 receptáculos dobles. La acometida es trifilar, monofásica de 120/240 V. La carga real conectada de alumbrado es de 8500 VA.

Carga calculada (véase la sección 220.40)

Cargas discontinuas:

Carga del receptáculos (véase la sección 220.44)	
80 receptáculos a 180 VA	14,400 VA
10,000 VA al 100%	10,000 VA
14,400 VA - 10,000 VA = 4400 al 50%	2,200 VA
Subtotal	12,200 VA

Cargas continuas:

Alumbrado general*	
3000 pies² a 3 VA por pie²	9,000 VA
Carga del alumbrado escaparate 30 pies a 200 VA por pie [véase la sección 220.14(G)]	6,000 VA
Circuito del anuncio exterior [véase la sección 220.14(F)]	1,200 VA
Subtotal	16,200 VA
Subtotal de las cargas no continuas	12,200 VA
Total de las cargas discontinuas + continuas =	28,400 VA

*En el ejemplo, el 125% de la carga real conectada de alumbrado (8500 VA x 1.25 = 10,625 VA) es inferior al 125% de la carga de la Tabla 220.12, de modo que en el cálculo se usa la carga mínima de alumbrado de dicha tabla. Si la carga real de alumbrado hubiera sido mayor que el valor calculado a partir de la Tabla 220.12, se habría empleado el 125% de la carga real conectada de alumbrado .

Cantidad mínima de circuitos ramales exigidos

Alumbrado general: Sólo se necesita instalar los circuitos ramales para alimentar la carga real conectada [véase la sección 210.11(B)].

8500 VA x 1.25 = 10,625 VA
10,625 VA ÷ 240 V = 44 A, a 120/240 V trifilares

Se permitirá que la alimentación de la carga de alumbrado se haga mediante circuitos bifilares o trifilares, de 15.A o 20.A, con un valor combinado igual a 44 A o mayor para circuitos trifilares o de 88 A o mayor para circuitos bifilares. La ampacidad del alimentador, al igual que cantidades número de posiciones de circuitos ramales disponibles para circuitos de alumbrado en el panel de distribución, deben reflejar la carga plena calculada de 9000 VA x 1.25 = 11,250 VA.

Escaparate

6000 VA x 1.25 = 7500 VA
7500 VA ÷ 240 V = 31 A, a 120/240 V trifilares

Se permitirá que la alimentación del alumbrado del escaparate a se haga mediante circuitos bifilares o trifilares, con un valor igual a 31 A o más para circuitos trifilares o de 62 A o más para circuitos bifilares.

Se asume que los receptaculos exigidos por la sección 210.62 están incluidos en la carga de receptaculos arriba mencionada, si dichos receptaculos no alimentan la carga de alumbrado de la escaparate.

Receptaculos

Carga de receptaculos: 14,400 VA ÷ 240 V = 60 A, a 120/240 V trifilares

Se permitirá la alimentación de los receptaculos mediante circuitos bifilares o trifilares con un valor igual a 60 A o mayor para circuitos trifilares o de 120 A o mayor para circuitos bifilares.

Tamaño mínimo del dispositivo de protección contra sobrecorriente para el alimentador (o para la acometida)
[véase la sección 215.3 o la 230.90]

Subtotal de las cargas discontinuas	12,200 VA
Subtotal de las cargas continuas al 125% (16,200 VA x 1.25)	20,250 VA
Total	32,450 VA

32,450 VA ÷ 240 V = 135 A

El siguiente tamaño normalizado más alto es 150 A (véase la sección 240.6).

Calibre mínimo exigido para los alimentadores (o para los conductores de la acometida)
[véanse las secciones 215.2 y 230.42(A)]

Para un sistema trifilar de 120/240.V,

32,450 VA ÷ 240 V = 135 A

El conductor de la acometida o el del alimentador es de Cu #1/0 de acuerdo con la sección 215.3 y la Tabla 310.16 (con terminaciones de 75° C).

Ejemplo D3(a) Alimentadores industriales en una canalización común

Un inmueble industrial con varios edificios tiene su acometida en la parte posterior de su edificio principal y con alimentadores que proporcionan 480Y/277 volts a los edificios adicionales detrás del principal con el fin de separar algunos procesos. El inmueble alimenta sus edificios alejados a través de un corredor de acceso parcialmente encerrado que se prolonga desde la parte posterior del tablero de distribución principal, a lo largo de un trayecto que brinda un acceso conveniente a las acometidas que están a una distancia máxima de 15 m (50 pies) de cada edificio adicional alimentado. Dos alimentadores para edificios comparten una canalización común por una distancia aproximada de 45 m (150 pies) y que va por un corredor de acceso junto con el cableado de comunicaciones y de control y con la tubería del vapor de proceso. El vapor eleva la temperatura ambiente alrededor de la canalización de fuerza hasta 35º C. En un herraje en T, los alimentadores de los edificios individuales se extienden hasta cada uno de los dos edificios involucrados. Los neutros del alimentador no están conectados a los conductores de puesta a tierra de equipos en los edificios remotos. Todas las terminaciones del equipo de distribución están listadas como adecuadas para conexiones para 75º C.

Cada uno de los dos edificios tiene las siguientes cargas:

- Alumbrado, 11,600 VA, compuesto de luminarias de descarga eléctrica conectadas a 277 V.
- Receptaculos, 22 receptaculos a 125 volts, 20 amperes en circuitos ramales de uso general, alimentados por sistemas derivados independientemente en cada uno de los edificios.
- Un compresor de aire trifásico, a 460 volts, 7.5 hp.
- Una trituradora trifásica, a 460 volts, 1.5 hp.
- Tres soldadores, del tipo transformador de c.a. (placa de características: 23 amperes, 480 volts, régimen de trabajo del 60%)
- Tres secadoras industriales de proceso, trifásicas a 480 volts, 15 kW cada una (se asume uso continuo durante algunos turnos).

Se determina la protección contra sobrecorriente y el calibre del conductor para los alimentadores en la canalización común, asumiendo el uso de aislamiento XHHW-2 (90º C).

Carga calculada (Nota: Para una precisión razonable, los cálculos de los volt amperes se hacen únicamente hasta tres cifras significativas; cuando las cargas se convierten en amperes, los resultados se aproximan hasta el ampere más próximo [véase la sección 220.5(B)]).

Cargas discontinuas

Carga de receptaculos (véase la sección 220.44)	
22 receptaculos a 180 VA	3,960 VA
Carga de los soldadores [véase la sección 630.11(A), Tabla 630.11(A)]	
Cada soldador: 480 V x 23 A x 0.78 =	8,610 VA
Todos los tres soldadores: [véase la sección 630.11(B)] (factores de demanda 100%, 100% y 85% respectivamente)	
8,610 VA + 8,610 VA + 7,320 VA =	24,500 VA
Subtotal de las cargas discontinuas	28,500 VA
Cargas de motores (véase la sección 430.24, Tabla 430.250)	
Compresor de aire: 11 A x 480 x 3=	9,150 VA
Trituradora: 3 A x 480 V x 3=	2,490 VA
Motor más grande, 25% adicional:	2,290 VA
Subtotal de las cargas de motores	13,900 VA

Al usar la sección 430.24, las cargas de motores y las cargas discontinuas se pueden combinar para el cálculo restante.

Subtotal para los cálculos de carga,
Cargas discontinuas
42,400 VA

Cargas continuas

Alumbrado general	11,600 VA
Tres secadoras industriales de proceso 15 kW cada una	45,000 VA
Subtotal de las cargas continuas:	56,600 VA

Protección contra sobrecorriente (véase la sección 215.3)

El dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe ajustar al 125% de la carga continua, más la carga discontinua:

Carga continua	56,600 VA
Carga discontinua	42,400 VA
Subtotal de la carga real (carga real en amperios) (99,000 VA (480 V x 3) = 119 A)	99,000 VA
(25% de 56,600 VA) (véase la sección 215.3)	14,200 VA
Total de VA	113,200 VA

Conversión a amperes usando tres cifras significativas:
113,200 VA / (480 V x 3) = 136 A)
Tamaño mínimo del dispositivo de protección contra sobrecorriente: 136 A
Tamaño normalizado mínimo del dispositivo de protección contra sobrecorriente (véase la sección 240.6): 150 amperes.

Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente y su ensamble están listados para su funcionamiento al 100% de su valor nominal, se permitiría utilizar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de 125 amperes. Sin embargo, los ensambles del dispositivo de protección contra sobrecorriente listados para el 100% de su valor nominal, por lo común no están disponibles con valor nominal de 125 amperes. (Véase la sección 215.3, Excepción).

Conductores no puestos a tierra del alimentador

Los conductores deben cumplir independientemente los requisitos para (1) las terminaciones y (2) las condiciones de uso en todo el trayecto de la canalización.

El calibre mínimo del conductor en la terminación del dispositivo de protección contra sobrecorriente [véanse las secciones 110.14(C) y 215.2(A)(1), usando la columna de ampacidad a 75º C de la Tabla 310.16]: 1/0 AWG.

El calibre mínimo de los conductores en la canalización con base en la carga real [véase al Artículo 100, Ampacidad, y la sección 310.15(B)(2)(a) y los factores de corrección para la tabla 310.16]:

99,000 VA / 0.7 / 0.96 = 147,000 VA

[70% = 310.15(B)(2)(a)] y (0.96 = factores de corrección pata la tabla 310.16) Conversión a amperes:

147,000 VA / (480 V x 3) = 177 A

Observe que los conductores del neutro se consideran conductores portadores de corriente [véase la sección 310.15(B)(4)(c)] en este ejemplo, ya que el alumbrado de descarga tiene un contenido considerablemente no lineal. Esto exige un conductor del 2/0 AWG con base en la columna para 90º C de la tabla 310.16. Por consiguiente, el caso más desfavorable está dado por las condiciones de la canalización y se deben usar conductores del 2/0 AWG. Si el corredor de servicio estuviera a temperaturas normales [30º C (86º F)], y si el alumbrado en cada edificio estuviera alimentado desde el sistema local derivado separadamente (sin exigir así neutros en los alimentadores de suministro), no se podría usar el resultado de la canalización (99,000 VA / 0.8 = 124,000 VA; 124,000 VA / (480 V x 3) = 149 A, o un conductor del 1 AWG a 90º C) porque el resultado para la terminación (1/0 AWG con base en la columna de 75º C de la Tabla 310.16) se convertiría en el caso más desfavorable, lo que exige un conductor más grande.

En cada caso, el dispositivo de protección contra sobrecorriente debe proporcionar protección contra sobrecorriente para los conductores del alimentador de acuerdo con su ampacidad según establece este Código (véase la sección 240.4). Un conductor del 2/0 AWG para 90º C tiene una ampacidad según la Tabla 310.16 de 195 amperes. Al hacer el ajuste para las condiciones de uso (35º C de temperatura ambiente, 8 conductores portadores de corriente en la canalización común),

195 amperes x 0.96 x 0.7 = 131 A

El interruptor automático de 150 amperes protege los conductores del alimentador del 2/0 AWG ya que la sección 240.4(B) permite el uso del dispositivo de protección contra sobrecorriente con el tamaño normalizado inmediatamente superior. Observe que la distribución del alimentador impide la aplicación de la sección 310.15(A)(2), Excepción.

Conductor del neutro del alimentador (véase la sección 220.61)

Debido a que la sección 210.11(B) no se aplica a estos edificios, no se puede asumir que la carga se distribuye uniformemente a través de las fases. Por lo tanto, se debe asumir en este caso que el desequilibrio máximo es la carga total del alumbrado o 11,600 VA (11,600 VA / 277 V = 42 amperes). La habilidad del neutro para retornar la corriente de falla [véase la sección 250.32(B), Excepción (2)] no es un factor en este cálculo.

Dado que el neutro va tendido entre el tablero de distribución principal y el panel de distribución del edificio, terminando probablemente en una barra colectora en ambos lugares, y no en dispositivos de protección contra sobrecorriente, los efectos de la aplicación continua de la carga se pueden ignorar al evaluar sus terminaciones [véase la sección 215.2(A)(1), Excepción No. 2]. Dicho cálculo es (11,600 VA ÷ 277 V) = 42 amperes, para ser evaluado según la columna de 75º C de la tabla 310.16. El calibre mínimo del neutro parecería ser el 8 AWG, pero ese calibre no sería suficiente para depender de él en el evento de un cortocircuito de línea a neutro [véase la sección 215.2(A)(1), segundo párrafo]. Por ello, dado que el calibre mínimo del conductor de puesta a tierra de equipos para un circuito de 150 amperes, tal como trata la Tabla 250.122, es del 6 AWG, ese es el calibre mínimo del neutro exigido para este alimentador.

Ejemplo D4(a) Vivienda multifamiliar

Una vivienda multifamiliar tiene 40 unidades de vivienda.

Los medidores se encuentran en dos bancos de 20 unidades cada uno, con alimentadores individuales para cada unidad de vivienda.

La mitad de las unidades de vivienda están equipadas con estufas eléctricas que no sobrepasan los 12 kW cada una. Se asume que la capacidad nominal en kW de la estufa es equivalente a la capacidad nominal en kVA, de acuerdo con la sección 220.55. La otra mitad de las cocinas son cocinas a gas.

El área de cada unidad de vivienda es de 840 pies^2.
Las instalaciones de la lavandería en los inmuebles son accesibles a todos sus ocupantes. No se adiciona ningún circuito a las unidades de vivienda individual.

Carga calculada para cada unidad de vivienda (véase el Artículo 220)
Alumbrado general: 840 pies^2 a 3 VA por pie^2 = 2520 VA
Electrodomestico especial: estufa eléctrica (véase la sección 220.55) = 8000 VA

Cantidad mínima de circuitos ramales exigidos para cada unidad de vivienda [véase la sección 210.11(A)]

Carga de alumbrado general: 2520 VA ÷ 120 V = 21 A, dos circuitos bifilares de 15 A o dos circuitos bifilares de 20 A

Carga de electrodomesticos pequeños: dos circuitos bifilares de alambre 12 AWG [véase la sección 210.11 (C)(1)]

Circuito de la estufa: 8000 VA ÷ 240 V = 33 A. Un circuito de dos conductores.8 AWG y un conductor 10 AWG según se permite en la sección 210.19(A)(3)

Calibre mínimo del alimentador exigido para cada unidad de vivienda (véase la sección 215.2)

Carga calculada (véase el Artículo 220):

Alumbrado general	2,520 VA
Electrodomesticos pequeños (dos circuitos de 20 amperes)	3,000 VA
Subtotal de la carga calculada (sin las estufas)	5,520 VA

Aplicación del factor de demanda (véase la Tabla 220.42)

Primeros 3000 VA al 100%	3,000 VA
5520 VA - 3000 VA = 2520 VA al 35%	882 VA
Carga neta calculada (sin las estufas)	3,882 VA
Carga de la estufa	8,000 VA
Carga neta calculada (con las estufas)	11,882 VA

Calibre de cada alimentador (véase la sección 215.2)

Para un sistema trifilar de 120/240.V (sin las estufas)

La carga neta calculada es de 3882 VA ÷ 240 V = 16.2 A

Para un sistema trifilar de 120/240.V (con las estufas)

La carga neta calculada es de 11,882 VA ÷ 240 V = 49.5 A

Neutro del alimentador

Carga del alumbrado y de los electrodomesticos pequeños	3,882 VA
Carga de la estufa: 8000 VA al 70% (véase la sección 220.61)	5,600 VA
(Sólo para los apartamentos con estufa eléctrica)	5,600 VA
Carga neta calculada (del neutro)	9,482 VA

Carga calculada para el neutro

9482 VA ÷ 240 V = 39.5 A

Calibre mínimo exigido del alimentador desde el equipo de la acometida hasta el banco de medidores (para 20 unidades de vivienda - 10 con estufas)

Carga calculada total:

Alumbrado y pequeños electrodomesticos 20 unidades x 5520 VA	110,400 VA

Aplicación del factor de demanda

Primeros 3000 VA al 100%	3,000 VA
110,400 VA - 3000 VA = 107,400 VA al 35%	37,590 VA
Carga neta calculada	40,590 VA
Carga de las estufas: 10 estufas(no más de 12 kVA) (véase Columna C, Tabla 220.55, 25 kW)	25,000 VA
Carga neta calculada (con las estufas)	65,590 VA

Carga neta calculada para un sistema trifilar de 120/240 V

65,590 VA ÷ 240 V = 273 A

Neutro del alimentador

Carga del alumbrado y pequeños electrodomésticos	40,590 VA
Carga de las estufas: 25,000 VA al 70% [véase la sección 220.61(B)]	17,500 VA
Carga calculada (del neutro)	58,090 VA

Carga calculada para el neutro

58,090 VA ÷ 240 V = 242 A

Factor de demanda adicional [sección 220.61(B)]

200 A al 100%	200 A
242 A - 200 A = 42 A al 70%	29 A
Carga neta calculada (del neutro)	229 A

Calibre mínimo de los alimentadores principales (o de los conductores de la acometida) exigidos (menos la carga comunal) (para 40 unidades de vivienda - 20 con estufas)

Carga calculada total:

Carga de alumbrado y pequeños electrodomesticos 40 unidades x 5520 VA	220,800 VA

Aplicación del factor de demanda (tomado de la Tabla 220.42)

Primeros 3000 VA al 100%	3,000 VA
Siguientes 120,000 VA - 3000 VA = 117,000 VA al 35%	40,950 VA
Restantes 220,800 VA - 120,000 VA = 100,800 VA al 25%	25,200 VA
Carga neta calculada	69,150 VA
Carga de las estufas: 20 estufas (de menos de 12 kVA) (véase la Columna C de la Tabla 220.55)	35,000 VA
Carga neta calculada	104,150 VA

Para un sistema trifilar de 120/240.V

Carga neta calculada de 104,150 VA ÷ 240 V = 434 A

Neutro del alimentador

Carga de alumbrado y electrodomésticos pequeños	69,150 VA
Estufas: 35,000 VA al 70% [véase la sección 220.61(B)]	24,500 VA
Carga calculada (del neutro)	93,650 VA

93,650 VA ÷ 240 V = 390 A

Factor de demanda adicional [véase la sección 220.61(B)]

200 A al 100%	200 A
390 A - 200 A = 190 A al 70%	133 A
Carga neta calculada (del neutro)	333 A

[Véanse las Tablas 310.16 hasta 310.21, y las secciones 310.15(B)(2) y (B)(4).]

Ejemplo D4(b) Cálculo opcional para viviendas multifamiliares

Una vivienda multifamiliar, equipada con estufa eléctrica y calefacción de habitaciones o aire acondicionado, tiene 40 unidades de vivienda.

Los medidores se encuentran en dos bancos de 20 unidades cada uno, con una unidad de medida comunal y alimentadores individuales para cada unidad de vivienda.

Cada unidad de vivienda está equipada con una estufa eléctrica con un valor nominal de 8 kW, de acuerdo con la placa de características; cuatro calefactores eléctricos de habitación de 240 V y 1.5 kW controlados en forma independiente, y un calentador eléctrico de agua de 240 V, 2.5 kW. Se asume que los valores nominales en kW de la estufa, el calefactor de habitaciones y el calentador de agua son equivalentes en kVA.

Una instalación de lavandería comunal está disponible para todos los ocupantes [véase la sección 210.52(F), Excepción No. 1].

El área de cada unidad de vivienda es de 840 pies^2.

Carga calculada para cada unidad de vivienda (véase el Artículo 220)

Carga de alumbrado general:

840 pies^2 a 3 VA por pie^2	2,520 VA
Estufa eléctrica	8,000 VA
Calefacción eléctrica: 6 kVA (o aire acondicionado si fuera mayor)	6,000 VA
Calentador eléctrico de agua	2,500 VA

Cantidad mínima de circuitos ramales exigidos para cada unidad de vivienda

Carga de alumbrado general: 2520 VA ÷ 120 V = 21 A, dos circuitos bifilares de 15 A o dos circuitos bifilares de 20 A

Carga de electrodomésticos pequeños: Dos circuitos bifilares de alambre 12 AWG [véase la sección 210.11(C)(1)]

Circuito de la estufa (véase la Tabla 220.55, Columna B)
8000 VA x 80% ÷ 240V = 27 A en un circuito de tres conductores 10 AWG, según la sección 210.19(A)(3)

Calefacción de habitaciones: 6000 VA ÷ 240V = 25 A

Número de circuitos (véase la sección 210.11)

Calibre mínimo exigido del alimentador para cada unidad de vivienda (véase la sección 215.2)

Carga calculada (véase el Artículo 220):

Alumbrado general	2,520 VA
Electrodomesticos pequeños (dos circuitos de 20 A)	3,000 VA
Subtotal de la carga calculada (sin la estufa ni el calefactor de habitaciones)	5,520 VA

Aplicación del factor de demanda

Primeros 3000 VA al 100%	3,000 VA
5520 VA - 3000 VA = 2520 VA al 35%	882 VA
Carga neta calculada (sin la estufa ni el calefactor de habitaciones)	3,882 VA
Estufa	6,400 VA
Calefactor de habitaciones (véase la sección 220.51)	6,000 VA
Calentador de agua	2,500 VA
Carga calculada neta (para cada unidad de vivienda individual)	18,782 VA

Calibre de cada alimentador
Para un sistema trifilar de 120/240 V
Carga neta calculada de 18,782 VA ÷ 240 V = 78 A

Neutro del alimentador (véase la sección 220.61)

Alumbrado y electrodomésticos pequeños	3,882 VA
Carga de la estufa: 6400 VA al 70%	4,480 VA
[véase la sección 220.61(B)]	
Calefactor de agua y de habitaciones	0 VA
(sin neutro): 240 V	
Carga neta calculada (del neutro)	8,362 VA

Carga calculada para el neutro

8362 VA ÷ 240 V = 35 A

Calibre mínimo exigido del alimentador desde el equipo de la acometida hasta el banco de medidores (para 20 unidades de vivienda)

Carga total calculada:	
Carga de alumbrado y electrodomésticos pequeños	
20 unidades x 5520 VA	110,400 VA
Carga de calefacción de agua y de habitaciones	
20 unidades x 8500 VA	170,000 VA
Carga de las estufas: 20 x 8000 VA	160,000 VA
Carga neta calculada (20 unidades de vivienda)	440,400 VA
Carga neta calculada usando el cálculo opcional	
(véase la Tabla 220.84)	
440,400 VA x 0.38	167,352 VA

167,352 VA ÷ 240 V = 697 A

Calibre mínimo exigido del alimentador principal (sin la carga comunal) (para 40 unidades de vivienda)

Carga calculada:	
Carga de alumbrado y de electrodomésticos pequeños	
40 unidades x 5520 VA	220,800 VA
Carga de calefacción de agua y de habitaciones	
40 unidades x 8500 VA	340,000 VA
Estufas: 40 estufas x 8000 VA	320,000 VA
Carga neta calculada (40 unidades de vivienda)	880,800 VA

Carga neta calculada empleando el cálculo opcional (véase la Tabla 220.84)

880,800 VA x 0.28 = 246,624 VA
246,624 VA ÷ 240 V = 1028 A

Carga del neutro del alimentador desde el equipo de la acometida hasta el banco de medidores (para 20 unidades de vivienda)

Carga de alumbrado y de electrodomésticos pequeños	
20 unidades x 5520 VA	110,400 VA
Primeros 3000 VA al 100%	3,000 VA
110,400 VA - 3000 VA = 107,400 VA al 35%	37,590 VA
Carga neta calculada	40,590 VA
20 estufas: 35,000 VA al 70%	24,500 VA
[véase la Tabla 220.55 y la sección 220.61(B)]	
Total	65,090 VA

65,090 VA ÷ 240 V = 271 A

Factor de demanda adicional [véase la sección 220.61(B)]	
Primeros 200 A al 100%	200 A
Equilibrio: 271 A - 200 A = 71 A al 70%	50 A
Total	250 amperes

Carga del neutro del alimentador principal (sin la carga comunal) (para 40 unidades de vivienda)

Carga de alumbrado y de electrodomésticos pequeños	
40 unidades x 5520 VA	220,800 VA
Primeros 3000 VA al 100%	3,000 VA
Siguientes 120,000 VA - 3000 VA = 117,000 VA al 35%	40,950 VA
Restantes 220,800 VA - 120,000 VA = 100,800 VA	25,200 VA
al 25%	
Carga neta calculada	69,150 VA
40 estufas: 55,000 VA al 70%	38,500 VA
[véase la Tabla 220.55 y la sección 220.61(B)]	
Total	107,650 VA

107,650 VA ÷ 240 V = 449 A

Factor de demanda adicional [véase la sección 220.61(B)]

Primeros 200 A al 100%	200 A
Equilibrio: 449 - 200 A = 249 A al 70%	174 A
Total	374 A

Ejemplo D5(a) Vivienda multifamiliar alimentada a 208Y/120 volts, trifásica

Todas las condiciones y cálculos son los mismos que para la vivienda multifamiliar del Ejemplo D4(a) con alimentación monofásica a 120/240 V, con excepción de que la acometida para cada unidad de vivienda constaría de dos ramales de fase y un neutro.

Cantidad mínima de circuitos ramales exigidos para cada unidad de vivienda (véase la sección 210.11)

Circuito de la estufa: 8000 VA ÷ 208 V = 38 A o un circuito de dos conductores 8 AWG y uno 10 AWG, según se permite en la sección 210.19 (A)(3).

Calibre mínimo exigido del alimentador para cada unidad de vivienda (véase la sección 215.2)

Para sistemas trifilares de 120/208 V (sin estufas),
Carga neta calculada de 3882 VA ÷ 2 ramales ÷ 120 V/ ramal = 16.2 A
Para sistemas trifilares de 120/208 V (con estufas),
Carga neta calculada (estufa) de 8000 VA ÷ 208 V = 38.5 A
Carga total (estufa + alumbrado) = 38.5 A + 16.2 A = 54.7 A
Neutro del alimentador: (estufa) de 8000 VA x 70% = 5600 VA ÷ 208 V = 26.9 A
Carga total: (estufa + alumbrado) = 26.9 A + 16.2 A = 43.1 A

Calibre mínimo exigido de los alimentadores desde el equipo de la acometida hasta el banco de medidores (para 20 unidades de vivienda - 10 con estufas)

Para sistemas de trifásicos, tetrafilares a 208Y/120 V,
Estufas: Número máximo entre dos ramales cualesquiera de fase = 4
2 x 4 = 8
Demanda de acuerdo con la Tabla 220.55 = 23,000 VA
Demanda por fase = 23,000 VA ÷ 2 = 11,500 VA
Carga trifásica equivalente = 34,500 VA
Carga neta calculada (total):

40,590 VA + 34,500 VA = 75,090 VA
75,090 VA ÷ (208 V) (1.732) = 208.4 A

Calibre del neutro del alimentador:

Carga neta calculada de alumbrado y electrodomésticos y carga equivalente de la estufa

40,590 VA + (34,500 VA al 70%) = 64,700 VA

Carga neta calculada del neutro:

64,700 VA ÷ (208 V) (1.732) = 179.7 A

Calibre mínimo del alimentador principal (sin la carga comunal) (para 40 unidades de vivienda - 20 con estufas)

Para sistemas trifásicos, tetrafilares a 208Y/120 V
Estufas:
Número máximo entre dos ramales cualesquiera de fase = 7 2 x 7 = 14
Demanda de la Tabla 220.55 = 29,000 VA
Demanda por fase = 29,000 VA ÷ 2 = 14,500 VA
Carga trifásica equivalente = 43,500 VA
Carga neta calculada (total):

69,150 VA + 43,500 VA = 112,650 VA
112,650 VA ÷ (208 V)(1.732) = 312.7 A

Calibre del neutro del alimentador principal:

69,150 VA + (43,500 VA al 70%)= 99,600 VA
99,600 VA ÷ (208 V)(1.732) = 276.5 A

Factor de demanda adicional (véase la sección 220.61)

200 A al 100%	200.0 A
276.5 A - 200 A = 76.5 A al 70%	53.6 A
Carga neta calculada (del neutro)	253.6 A

Ejemplo D5(b) Cálculo opcional para una vivienda multifamiliar alimentada a 208Y/120 volts, trifásica

Todas las condiciones y cálculos son los mismos que los del cálculo opcional para la vivienda multifamiliar del Ejemplo D4(b) con alimentación monofásica a 120/240 V, excepto que la acometida para cada unidad de vivienda constaría de dos ramales de fase y un neutro.

Cantidad mínima de circuitos ramales exigidos para cada unidad de vivienda (véase la sección 210.11)

Circuito de la estufa (véase la tabla 220.55, Columna B): 8000 VA al 80% ÷ 208 V = 30.7 A, un circuito de
dos conductores 8 AWG y un conductor 10 AWG, según se permite en la sección 210.19(A)(3).
Calefacción de habitaciones: 6000 VA ÷ 208 V = 28.8 A
Se requieren dos circuitos bipolares de 20 amperes, empleando conductores del 12 AWG.

Calibre mínimo exigido del alimentador para cada unidad de vivienda
Circuito trifilar de 120/208.V,
Carga neta calculada de 18,782 VA ÷ 208 V = 90.3 A
Carga neta calculada de alumbrado (de línea a neutro):
3882 VA ÷ 2 ramales ÷ 120 V por ramal = 16.2 amperes
Línea a línea = 14,900 VA ÷ 208 V = 71.6 A
Carga total = 16.2 A + 71.6 A = 87.8 A

Calibre mínimo exigido del alimentador desde el equipo de acometida hasta el banco de medidores (para 20 unidades de vivienda)

Carga neta calculada

167,352 VA ÷ (208 V)(1.732) = 464.9 A

Carga del neutro del alimentador:

65,080 VA ÷ (208 V)(1.732) = 180.65 A

Calibre mínimo exigido del alimentador principal (sin la carga comunal) (para 40 unidades de vivienda)

Carga neta calculada

246,624 VA ÷ (208 V)(1.732) = 684.6 A

Carga del neutro del alimentador principal:

107,650 VA ÷ (208 V)(1.732) = 298.8 A
Factor de demanda adicional [véase la sección 220.61(B)]

200 A al 100%	200.0 A
298.8 A - 200 A = 98.8 A al 70%	69.2 A
Carga neta calculada (del neutro)	269.2 A

Ejemplo D6. Demanda máxima para cargas de estufa

La Tabla 220.55, Columna C, se aplica a las estufas de hasta 12 kW. En los siguientes dos ejemplos se ilustra la aplicación de la Nota 1 a las estufas de más de 12 kW (y hasta 27 kW) y de la Nota 2 a las estufas de más de 8 ¾ kW (y hasta 27 kW):

A. Todas las estufas con el mismo valor nominal (véase la Tabla 220.55, Nota 1)
Se asume que hay 24 estufas, cada una de 16 kW nominales.
Según la Tabla 220.55, Columna C, la demanda máxima para 24 estufas de 12 kW es 39 kW.
16 kW sobrepasa los 12 kW en 4.
5% x 4 = 20% (5% de incremento por cada kW que excede los 12) 39 kW x 20% = 7.8 kW de incremento
39 + 7.8 = 46.8 kW (valor que se debe usar en la selección de los alimentadores)

B. estufas de diferente valor nominal (véase la Tabla 220.55, Nota 2)
Se asume que existen 5 estufas, cada una de 11 kW nominales; 2 estufas, cada una de 12 kW nominales; 20 estufas, cada una de 13.5 kW nominales; y 3 estufas, de 18 kW nominales cada una.

5 estufas	x 12 kW =	60 kW (se emplean 12 kW para estufas con valor nominal inferior a 12)
2 estufas	x 12 kW =	24 kW
20 estufas	x 13.5 kW =	270 kW
3 estufas	x 18 kW =	54 kW
30 estufas, total de kW =		408 kW

408 ÷ 30 estufas = 13.6 kW (promedio que se debe usar en el cálculo)

Según la Tabla 220.55, Columna C, la demanda para 30 estufas de 12 kW de valor nominal es 15 kW + 30 (1 kW x 30 estufas) = 45 kW. 13.6 kW sobrepasa a 12 kW en 1.6 kW (se empleará 2 kW).
5% x 2 = 10% (incremento del 5% por cada kW en el que se sobrepasen los 12 kW)
45 kW x 10% = 4.5 kW de incremento
45 kW + 4.5 kW = 49.5 kW (valor que se debe usar en la selección de los alimentadores)

Ejemplo D8 Conductores del circuito del motor, protección contra sobrecarga y protección contra cortocircuito y fallas a tierra (véanse las secciones 240.6, 430.6, 430.22, 430.23, 430.24, 430.32, 430.52 y 430.62, Tablas 430.52 y 430.250)

Se determina la ampacidad mínima exigida del conductor, la protección contra sobrecarga del motor, la protección contra fallas a tierra y contra cortocircuito del circuito ramal y la protección del alimentador para tres motores del tipo de inducción en un alimentador trifásico de 480 V, de la siguiente manera:

(a) Un motor de 25 hp, 460 V, trifásico de jaula de ardilla, corriente de plena carga, de acuerdo con la placa de características, de 32 A, Diseño B, Factor de Servicio 1.15.
(b) Dos motores de 30 hp, 460 V, trifásicos, de rotor devanado, corriente de plena carga del primario, de acuerdo con la placa de característi-

cas de 38 A, corriente de plena carga del secundario, de acuerdo con la placa de características, de 65 A, elevación de temperatura de 40° C.

Ampacidad del conductor
El valor de corriente de plena carga empleado para determinar la ampacidad mínima exigida del conductor se obtiene de la Tabla 430.250 [véase la sección 430.6(A)], para el motor de jaula de ardilla y el primario de los motores de rotor devanado. Con el fin de obtener la ampacidad mínima exigida del conductor, se multiplica la corriente de plena carga por 1.25 [véanse las secciones 430.22 y 430.23(A)].

Para el motor de 25 hp,

34 A x 1.25 = 42.5 A

Para los motores de 30 hp,

40 A x 1.25 = 50 A
65 A x 1.25 = 81.25 A

Protección contra sobrecarga del motor
Si se encuentran protegidos por un dispositivo separado contra sobrecarga, se exige que los motores tengan protección contra sobrecarga con un valor nominal de, o ajustado para dispararse a un máximo del 125% de la corriente de plena carga de acuerdo con la placa de características nominales [véanse las secciones 430.6(A) y 430.32(A)(1)].

Para el motor de 25 hp,,

32 A x 1.25 = 40.0 A

Para el motor de 30 hp,,

38 A x 1.25 = 47.5 A

Cuando el dispositivo separado de protección contra sobrecarga es un relé de sobrecarga (no es un fusible ni un interruptor automático) y dicho dispositivo seleccionado al 125% no es suficiente para dar arranque al motor o accionar la carga, se permite incrementar el ajuste de disparo de acuerdo con la sección 430.32(C).

Protección contra fallas a tierra y cortocircuito del circuito ramal
La selección del valor nominal del dispositivo de protección depende del tipo seleccionado de dicho dispositivo, de acuerdo con la sección 430.52 y la Tabla 430.52. La siguiente información corresponde al motor de 25 hp.

(a) Fusible sin tiempo de retardo: El valor nominal del fusible es de 300% x 34 A = 102 A. El siguiente fusible normalizado más grande es de 110 A [véanse las secciones 240.6 y 430.52(C)(1). Excepción No. 1]. Si el motor no arranca con un fusible sin tiempo de retardo de 110 A, se permite incrementar el valor nominal del fusible a 125 A debido a que este valor no sobrepasa el 400% [véase la sección 430.52(C)(1), Excepción No. 2(a)]
(b) Fusible con tiempo de retardo: El valor nominal del fusible es de 175% x 34 A = 59.5 A. El siguiente fusible normalizado más grande es de 60 A [véanse las secciones 240.6 y 430.52(C)(1). Excepción No. 1]. Si el motor no arranca con un fusible con tiempo de retardo de 60 A, se permite incrementar el valor nominal del fusible a 70 A, debido a que este valor no sobrepasa el 225% [véase la sección 430.52(C)(1), Excepción No. 2(b)].

Protección contra fallas a tierra y cortocircuito del alimentador
El valor nominal del dispositivo de protección del alimentador se basa en la suma del dispositivo de protección del circuito ramal más grande (por ejemplo 110 A) más la suma de las corrientes de plena carga de los otros motores, o 110 A + 40 A + 40 A = 190 A. El fusible normalizado más cercano que no sobrepasa este valor es 175 A [véanse las secciones 240.6 y 430.62(A)].

Ejemplo D9 Determinación de la ampacidad del alimentador para el control de campo del generador [véanse las secciones 215.2, 430.24, 430.24 Excepción No. 1, 620.13, 620.14, 620.61 y las Tablas 430.22(E) y 620.14]

Se determina la ampacidad del conductor para un alimentador de c.a. trifásico, de 60 Hz y 460 V que alimente un grupo de seis elevadores. El valor nominal, de acuerdo con la placa de características del motor de accionamiento de 460 V c.a. del conjunto MG (Motor-Generador) más grande para un elevador, es de 40 hp y 52 A, y los elevadores restantes cada uno tiene un valor nominal del motor de accionamiento de 30 hp, 40 A, para sus conjuntos MG. Además de un controlador de motor, cada elevador tiene un control independiente de movimiento/operación con un valor de 10 A nominales continuos para operar microprocesadores, relés, fuentes de alimentación y el operador de la puerta de la cabina del elevador. Los conjuntos MG están clasificados como de ciclo continuo.

Ampacidad del conductor. La ampacidad del conductor se determina de la siguiente manera:

(a) De acuerdo con las secciones 620.13(D) y 620.61(B)(1), se emplea la Tabla 430.22(E) para servicio intermitente (elevadores). Para servicio intermitente al emplear un motor con valor nominal continuo el porcentaje del valor nominal de corriente de la placa de características que se debe de usar es del 140%.
(b) Para el motor de accionamiento de c.a, de 30 hp,
140% x 40 A = 56 A
(c) Para el motor de accionamiento de c.a, de 40 hp,
140% x 52 A = 73 A
(d) La ampacidad total del conductor es la suma de todas las corrientes de los motores:
(1 motor x 73 A) + (5 motores x 56 A) = 353 A
(e) De acuerdo con la sección 620.14 y la Tabla 620.14, se permitirá reducir la ampacidad del conductor (alimentador) me diante el uso de un factor de demanda. No se incluyen las cargas constantes (véase la sección 620.14, NLM). Para seis elevadores el factor de demanda es 0.79. Por consiguiente, la ampacidad diversificada del alimentador es = 0.79 x 353 A = 279 A.
(f) De acuerdo con las secciones 430.24 y 215.3, la corriente permanente del controlador es 125% x 10 A = 12.5 A
(g) La ampacidad total del alimentador es la suma de la corriente diversificada y toda la corriente permanente del controlador.
= 279 A + (6 elevadores x 12.5 A) = 354 A.
(h) Se permitirá emplear esta ampacidad a fin de seleccionar el calibre del alambre.

Véase la Figura D9.

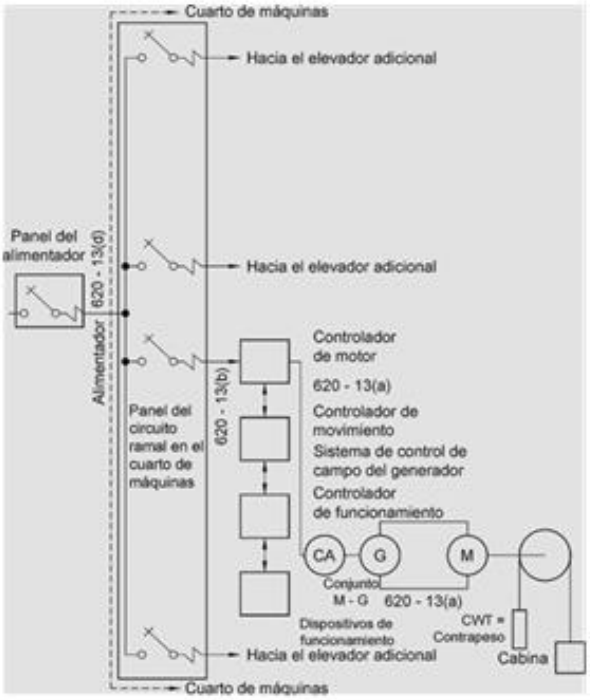


Figura D9 Control de campo del generador

Ejemplo D10 Determinación de la ampacidad del alimentador para el control de un accionamiento de velocidad ajustable [véanse las secciones 215.2, 430.24, 620.13, 620.14, 620.61 y la Tabla 430.22(E)]

Se determina la ampacidad del conductor para un alimentador de c.a, trifásico de 60 Hz y 460 V que alimenta un grupo de seis elevadores idénticos. El sistema es un accionamiento de c.c. de velocidad ajustable mediante SCR. Los transformadores de potencia son externos al gabinete del accionamiento (controlador del motor). Cada elevador tiene un controlador separado de movimiento/operación conectado al lado de carga del seccionador de la línea principal con valor de 10 A nominales permanentes para operar microprocesadores, relés, fuentes de alimentación y el operador de la puerta de la cabina del elevador. Cada transformador tiene una valor nominal de 95 kVA con una eficiencia del 90%.

Ampacidad del conductor
La ampacidad del conductor se determina de la siguiente manera:

(a) Se calcula el valor nominal de acuerdo con la placa de características del transformador:

$$I = \frac{95\ \text{kVA} \times 1000}{\sqrt{3} \times 460\ \text{V} \times 0{,}90_{\text{eff}}} = 133\ \text{A}$$

(b) De acuerdo con la sección 620.13(D) para seis elevadores, la ampacidad total del conductor es la suma de todas las corrientes.
6 elevadores x 133 A = 798 A

(c) De acuerdo con la sección 620.14 y la Tabla 620.14, se permitirá reducir la ampacidad del conductor (alimentador) mediante el uso de un factor de demanda. No se incluyen las cargas constantes (véase la sección 620.13, NLM No. 2). Para seis elevadores el factor de demanda es 0.79. Por consiguiente, la ampacidad diversificada del alimentador es = 0.79 x 798 A = 630 A.

(d) De acuerdo con las secciones 430.24 y 215.3, la corriente permanente del controlador es 125% x 10 A = 12.5 A

(e) La ampacidad total del alimentador es la suma de la corriente diversificada y toda la corriente constante del controlador.
I_{total} = 630 A + (6 elevadores x 12.5 A) = 705 A.

(f) Se permitirá emplear esta ampacidad para seleccionar el calibre del alambre. Véase la Figura D10.

Ejemplo D11 Casa móvil (véase la sección 550.18)

El piso de una casa móvil es de 70 pies por 10 pies, y tiene dos circuitos para electrodomésticos pequeños, un calentador de 1000 VA, 240 V, un ventilador de extracción de 200 VA, 120 V, una lavadora de platos de 400 VA, 120 V y una estufa eléctrica de 7000 VA.

Carga de alumbrado y de electrodomésticos pequeños

Alumbrado (70 pies x 10 pies x 3 VA por pie²)	2,100 VA
Electrodomésticos pequeños (1500 VA x 2 circuitos)	3,000 VA
Lavandería (1500 VA x 1 circuito)	1,500 VA
Subtotal	6,600 VA
Primeros 3000 VA al 100%	3,000 VA
Restantes (6600 VA - 3000 VA = 3600 VA) x 35%	1,260 VA
Total	4,260 VA

4260 VA ÷ 240 V = 17.75 A por ramal.

Amperes por ramal	Ramal A	Ramal B
Alumbrado y electrodomesticos	17.75	17.75
Calefactor (1000 VA ÷ 240 V)	4.20	4.20
Ventilador (200 VA x 125% ÷ 120 V)	2.08	
Lavadora de platos (400 VA ÷ 120 V)		3.30
Estufa (7000 VA x 0.8 ÷ 240 V)	23.30	23.30
Total de amperes por ramal	47.33	48.55

Con base en la corriente más alta calculada para cualquiera de los ramales, se requeriría un cordón de alimentación de mínimo 50 A.

Para unidades SI, 0.093 m² = 1 pie² y 0.3048 m = 1 pie

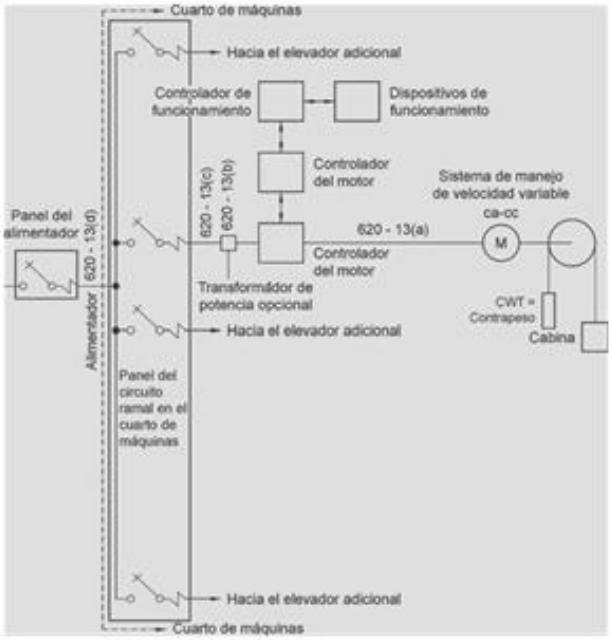


Figura D10 Control de accionamiento de velocidad ajustable

Ejemplo D12 Remolque estacionado (véase la sección 552.47)

El piso de un remolque estacionado es de 40 pies por 10 pies y tiene dos circuitos para pequeños electrodomésticos, un calefactor de 1000 VA, 240 V, un ventilador de extracción de 200 VA, 120 V, una lavadora de platos de 400 VA, 120 V y una estufa eléctrica de 7000 VA.

Carga de alumbrado y de electrodomésticos pequeños

Alumbrado (40 pies x 10 pies x 3 VA por pie²)	1,200 VA
Electrodomésticos pequeños (1500 VA x 2 circuitos)	3,000 VA
Lavandería (1500 VA x 1 circuito)	1,500 VA
Subtotal	5.700 VA
Primeros 3000 VA al 100%	3,000 VA
Restantes (5700 VA - 3000 VA = 2700 VA) x 35%	945 VA
Total	3,945 VA

3945 VA ÷ 240 V = 16.44 A por ramal

Amperes por ramal	Ramal A	Ramal B
Alumbrado y electrodomesticos	16.44	16.44
Calefactor (1000 VA ÷ 240 V)	4.20	4.20
Ventilador (200 VA x 125% ÷ 120 V)	2.08	
Lavadora de platos (400 VA ÷ 120 V)		3.3
Estufa (7000 VA x 0.8 ÷ 240 V)	23.30	23.30
Totales	46.02	47.24

Con base en la corriente más alta, calculada para cualquiera de los ramales, se requerirá un cordón de alimentación de mínimo 50 A.

Para unidades SI, 0.093 m² = 1 pie² y 0.3048 m = 1 pie

Anexo E. Tipos de construcción

Este anexo no forma parte de los requisitos de este documento de la NFPA y se incluye exclusivamente para efectos informativos.

Los cinco tipos diferentes de construcción se pueden resumir brevemente como se presenta a continuación (véase también la Tabla E.2).

El tipo I es un tipo de construcción resistente al fuego. Se exige que todos las divisiones estructurales y la mayoría de los elementos interiores sean de material no combustible. Se permite que las divisiones interiores sin carga tengan un valor nominal de 1 ó 2 horas. Para la mayoría de los tipos de ocupaciones, la construcción del tipo I no tiene límites de altura.

La construcción del tipo II tiene tres categorías: resistente al fuego, con valor nominal de una hora y sin valor nominal de resistencia al fuego. La cantidad de pisos que se permite para viviendas multifamiliares varía desde dos para aquellas sin valor nominal y cuatro para aquellas con valor nominal de una hora, hasta 12 para la construcción resistente al fuego.

La construcción del tipo III tiene dos categorías: con valor nominal de una hora y sin valor nominal de resistencia al fuego. En ambas categorías se exige que el armazón estructural y las paredes exteriores sean de material no combustible. En la construcción con valor nominal de una hora se exige que todas las divisiones interiores tengan también un valor nominal de una hora. En la construcción sin valor nominal se permite que las divisiones interiores sin carga sean de

Tabla E.1 Valores nominales de resistencia al fuego para las construcciones del tipo I hasta el tipo V (horas)

	Tipo I		Tipo II			Tipo III		Tipo IV	Tipo V	
	442	332	222	111	000	211	200	2HH	111	000
Paredes exteriores con carga[a]										
Que soportan más de un piso, columnas u otras paredes con carga	4	3	2	1	0[b]	2	2	2	1	0 [b]
Que soportan únicamente un piso	4	3	2	1	0[b]	2	2	2	1	0 [b]
Que soportan únicamente un techo	4	3	1	1	0[b]	2	2	2	1	0 [b]
Paredes interiores con carga										
Que soportan más de un piso, columnas u otras paredes con carga	4	3	2	1	0	1	0	2	1	0
Que soportan únicamente un piso	3	2	2	1	0	1	0	1	1	0
Que soportan techos únicamente	3	2	1	1	0	1	0	1	1	0
Columnas										
Que soportan más de un piso, columnas u otras paredes con carga	4	3	2	1	0	1	0	H	1	0
Que soportan únicamente un piso	3	2	2	1	0	1	0	H	1	0
Que soportan techos únicamente	3	2	1	1	0	1	0	H	1	0
Vigas, jácenas, cerchas y arcos										
Que soportan más de un piso, columnas u otras paredes con carga	4	3	2	1	0	1	0	H	1	0
Que soportan únicamente un piso	2	2	2	1	0	1	0	H	1	0
Que soportan techos únicamente	2	2	1	1	0	1	0	H	1	0
Ensambles de piso- cielo raso	2	2	2	1	0	1	0	H	1	0
Ensambles de techo-cielo raso	2	1 ½	1	1	0	1	0	H	1	0
Paredes interiores sin carga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paredes exteriores sin carga[c]	0 [b]	0[b]	0 [b]	0 [b]	0[b]	0 [b]	0 [b]	0 [b]	0 [b]	0 [b]

Tomado de la Tabla 7.2.1.1 de la publicación NFPA 5000®, Building Construction and Safety Code®, edición de 2006.

H: Elementos de madera pesada.
[a]Véase la sección 7.3.2.1 de NFPA 5000.
[b]Véase la sección 7.3 de NFPA 5000.
[c]Véanse las secciones 7.2.3.2.12, 7.2.4.2.3 y 7.2.5.6.8 de NFPA 5000.

Tabla E.2 Número máximo de pisos para las construcciones de los tipos V, IV y III

Tipo de construcción	Número máximo permitido de pisos
V Sin valor nominal	2
V Sin valor nominal, con aspersores	3
V Valor nominal de una hora	3
V Valor nominal de una hora, con aspersores	4
IV Madera pesada	4
IV Madera pesada, con aspersores	5
III Sin valor nominal	2
III Sin valor nominal, con aspersores	3
III Valor nominal de una hora	4
III Valor nominal de una hora, con aspersores	5

construcción sin valor nominal. La cantidad máxima de pisos permitida para viviendas multifamiliares y otras estructuras es de dos para construcciones sin valor nominal y de cuatro para la que tienen un valor nominal de una hora.

El tipo IV es una construcción de una sola categoría que proporciona una construcción de madera pesada. Tanto el armazón estructural como las paredes exteriores deben ser de material no combustible, excepto que se permiten elementos de madera de determinados tamaños mínimos. Este tipo de construcción se usa pocas veces para viviendas multifamiliares pero, si se usan, se permitiría que tuvieran cuatro pisos de altura.

La construcción de tipo V tiene dos categorías: con valor nominal de una hora y sin valor nominal de resistencia al fuego. En la construcción con valor nominal de una hora se exige que todo el edificio tenga como mínimo este mismo valor nominal. En la construcción sin valor nominal se permiten divisiones interiores sin valor nominal, con algunas restricciones. La cantidad máxima permitida de pisos para viviendas multifamiliares y otras estructuras es de dos para construcciones sin valor nominal y de 3 para las de valor nominal de una hora.

El sistema para la designación de los tipos de construcción también incluye una división específica de los tipos mediante el uso de números arábicos. Estos números son contiguos a la anotación numérica romana al identificar un tipo de construcción [por ejemplo, tipo I(442), tipo II(111), tipo III(200)] e indican los requisitos del valor nominal de resistencia al fuego para determinados elementos estructurales así:

(1) Primer número arábico: paredes exteriores con carga.
(2) Segundo número arábico: columnas, vigas, jácenas, cerchas y arcos, paredes de soporte con carga, columnas o cargas de más de un piso.
(3) Tercer número arábico: construcción del piso.

La tabla E.3 proporciona una comparación de los tipos de construcción para varios códigos de edificios modelo. [5000: A.7.2.1.1]

Tabla E.3 Referencia cruzada de los tipos de construcción de edificios

NFPA 5000	1(442)	1(332)	II(222)	III(111)	II(000)	III(211)	III(200)	IV(2HH)	V(111)	V(000)
UBC	--	1 FR	II FR	II 1 hr	II N	III 1 hr	III N	IV HT	V 1hr	V N
B/NBC	1A	1B	2A	2B	2C	3A	3B	4	5A	5B
SBC	1	II	--	IV 1 hr	IV UNP	V 1 hr	V UNP	III	VI 1 hr	VI UNP
IBC	--	IA	IB	IIA	IIB	IIIA	HB	IV	VA	VB

Tomado de la Tabla 7.2.1.1 de la publicación NFPA 5000®, Building Construction and Safety Code®, edición de 2006. UBC: Uniform Building Code
FR: Fire Rated (capacidad nominal de resistencia al fuego)
N: Non sprinklered (sin aspersores)
HT: Heavy timber (madera pesada)
B/NBC: National Building Code
SBC: Standard Building Code
UNP: Unprotected (sin protección)
IBC: International Building Code

Anexo F. Disponibilidad y confiabilidad de los sistemas de energía para operaciones críticas y desarrollo e implementación de pruebas de desempeño funcional para los sistemas de energía para operaciones críticas

Este anexo no forma parte de los requisitos de este documento de la NFPA y se incluye exclusivamente para efectos informativos.

I. Disponibilidad y confiabilidad de los sistemas de energía para operaciones críticas. Los sistemas de energía para operaciones críticas pueden dar soporte a instalaciones con una variedad de objetivos que son vitales para la seguridad pública. Con frecuencia, estos objetivos son de tal importancia crítica que el tiempo fuera de servicio del sistema es costoso en términos de pérdidas económicas, de la seguridad o de la misión. Por estas razones, la disponibilidad del sistema de energía para operaciones críticas, el porcentaje de tiempo que el sistema está en servicio, es importante para tales instalaciones. Dado un nivel especificado de disponibilidad, los requisitos de confiabilidad y de facilidad de mantenimiento se derivan entonces con base en el requisito de disponibilidad.

Disponibilidad. La disponibilidad se define como el porcentaje de tiempo que un sistema está disponible para realizar su función o funciones. La disponibilidad se mide de varias formas, incluyendo la siguiente:

$$\frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Donde:
MTBF = tiempo promedio entre fallas
MTTF = tiempo promedio sin fallas
MTTR = tiempo promedio de reparación

Véase la siguiente tabla con respecto a un ejemplo de la forma de establecer la disponibilidad exigida para los sistemas de alimentación para operaciones críticas:

Disponibilidad	Horas de parada*
0.9	876
0.99	87.6
0.999	8.76
0.9999	0.876
0.99999	0.0876
0.999999	0.00876
0.99999999	0.000876

*Con base en un año de 8760 horas.

La disponibilidad de un sistema en el funcionamiento real se determina de la siguiente manera:

(1) La frecuencia de la ocurrencia de fallas. Las fallas pueden evitar que el sistema realice su función o pueden causar un efecto degradado en el funcionamiento del sistema. La frecuencia de las fallas está relacionada directamente con el nivel de confiabilidad del sistema.

(2) El tiempo que se requiere para restablecer el funcionamiento después de una falla del sistema o el tiempo que se requiere para realizar el mantenimiento para evitar una falla. Estos tiempos se determinan en parte por el nivel de facilidad de mantenimiento del sistema.

(3) La logística que se suministra para apoyar al mantenimiento del sistema. La cantidad y la disponibilidad de los repuestos, el personal de mantenimiento y otros recursos logísticos (reposición de combustible, etc.) en combinación con el nivel de facilidad de mantenimiento del sistema determinan el tiempo total de parada después de una falla del sistema.

Confiabilidad. La confiabilidad se relaciona con la probabilidad y la frecuencia de las fallas (o la falta de fallas). Una medición utilizada comúnmente para la confiabilidad de sistemas reparables es el tiempo promedio entre fallas (TPEF). La medición equivalente para elementos que no son reparables es el tiempo promedio sin fallas (TPSF). La confiabilidad se expresa de modo más preciso como una probabilidad en un período determinado de tiempo, en ciclos u otros parámetros. Por ejemplo, la confiabilidad de una planta de energía se puede establecer como el 95% de probabilidad de que no haya fallas en un periodo de funcionamiento de 1000 horas, mientras se genera un nivel determinado de energía. Por lo común, la confiabilidad se define de dos maneras (históricamente, la industria de la energía eléctrica no ha utilizado estas definiciones):

(1) La duración o la probabilidad del desempeño libre de fallas bajo condiciones establecidas.

(2) La probabilidad de que un elemento pueda realizar su función prevista durante un intervalo específico bajo condiciones establecidas (para elementos no redundantes, esto equivale a la definición anterior (1). Para elementos redundantes esto equivale a la definición de la confiabilidad para la misión).

Facilidad de mantenimiento. La facilidad de mantenimiento es una medición de que tan rápida y económicamente se pueden evitar las fallas a través del mantenimiento preventivo, o se puede restablecer el funcionamiento del sistema después de una falla mediante el mantenimiento correctivo. Una medición utilizada comúnmente de la facilidad de mantenimiento en términos de mantenimiento correctivo es el tiempo promedio de reparación (TPDR). La facilidad de mantenimiento no es lo mismo que mantenimiento, es un parámetro de diseño, mientras que el mantenimiento consiste en las acciones para corregir o evitar un evento de falla.

Mejoramiento de la disponibilidad. Los métodos adecuados que se deben utilizar para mejorar la disponibilidad dependen de si la instalación está en proceso de diseño o ya está en uso. Para ambos casos, se debe llevar a cabo un análisis de confiabilidad/disponibilidad para determinar la disponibilidad del sistema antiguo o del sistema nuevo propuesto, con el fin de determinar las horas de parada (véase la tabla anterior). La autoridad con jurisdicción o una agencia gubernamental deberían dictaminar cuánto tiempo de parada es aceptable.

Instalaciones existentes: Para una instalación que está en funcionamiento, se dispone de dos métodos básicos para mejorar la disponibilidad cuando el nivel actual de disponibilidad no es aceptable: (1) adicionar selectivamente unidades redundantes (por ejemplo, generadores, enfriadores, suministro de combustible) para eliminar las fuentes de falla de un solo punto y (2) optimizar el mantenimiento utilizando un enfoque de mantenimiento centrado en la confiabilidad para reducir al mínimo el tiempo de parada. (Consulte la publicación NFPA 70B-2006, Recommended Practice for Electrical Equipment Maintenance). También se puede implementar una combinación de los dos métodos anteriores. Un tercer método, muy costoso, es rediseñar subsistemas o reemplazar componentes y subsistemas con elementos de mayor confiabilidad. (Consulte la publicación NFPA 70B).

Instalaciones nuevas: La oportunidad de tener alta confiabilidad y disponibilidad es mayor cuando se diseña una instalación nueva. Al aplicar una estrategia eficaz de confiabilidad, diseñar para tener facilidad de mantenimiento y garantizar que la fabricación y puesta en marcha no afectan negativamente los niveles inherentes de confiabilidad y facilidad de mantenimiento, se puede obtener como resultado una instalación altamente disponible. El enfoque debería ser el siguiente:

(1) Desarrollo y determinación de una estrategia de confiabilidad (establecer metas, desarrollar un modelo del sistema, diseñar en favor de la confiabilidad, realizar el ensayo de desarrollo de la confiabilidad, realizar ensayos de aceptación de la confiabilidad, diseñar la entrega del sistema, mantener la confiabilidad del diseño, mantener la confiabilidad del diseño en funcionamiento).

(2) Desarrollo de un programa de confiabilidad. Esta es la aplicación de la estrategia de confiabilidad a un sistema, proceso o función específicos. Cada etapa en la anterior estrategia exige la selección y el uso de métodos y herramientas específicos. Por ejemplo, se pueden utilizar varias herramientas para desarrollar los requisitos o evaluar las fallas potenciales. Con el fin de establecer los requisitos se pueden utilizar modelos analíticos, por ejemplo, el desarrollo de la función de calidad (una técnica para establecer requisitos más detallados, de nivel más bajo de un nivel a otro, empezando con los requisitos de la misión, es decir, las necesidades del cliente). Este modelo fue desarrollado como parte del pueden utilizar modelos paramétricos para establecer los valores del diseño de la confiabilidad a partir de valores operativos y viceversa. Los métodos analíticos incluyen, entre otros, elementos tales como el análisis térmico, análisis de durabilidad y predicciones. Finalmente, es conveniente evaluar las posibles fallas. El análisis de la modalidad de la falla y de la criticidad de los efectos (FMECA) y el análisis del árbol de fallas (FTA) son dos métodos para evaluar las posibles fallas. El ingeniero a cargo de la misión de la instalación debería determinar qué método utilizar o si utilizar ambos.

(3) Identificación de los requisitos de la confiabilidad. La totalidad del esfuerzo para diseñar en favor de la confiabilidad empieza con la identificación de los requisitos de confiabilidad de la misión crítica de la instalación. Estos requisitos se establecen de diferentes maneras, dependiendo del cliente y del sistema específico. Para una instalación con misión crítica, sería la probabilidad de éxito de la misión.

II. Desarrollo e implementación de las pruebas de desempeño funcional (FPT's) para los sistemas de energía para operaciones críticas de FPT.

(1) Presentación de las pruebas de desempeño funcional (FPT's). Las pruebas del sistema/componente o las pruebas de desempeño funcional se desarrollan a partir de los dibujos, los SOD y los SOMM presentados, incluyendo la prueba de componentes grandes (como transformadores, cables, generadores, UPS), y la manera en que funcionan los componentes como parte del sistema total. La autoridad a cargo de la puesta en servicio desarrolla la prueba y no puede ser el contratista (ni el subcontratista) de instalación.

Como los equipos/componentes/sistemas ya están instalados, se administran los procedimientos de aseguramiento de la calidad para verificar que los componentes están instalados de acuerdo con las recomendaciones mínimas del fabricante, con los códigos de seguridad y las prácticas aceptables de instalación. Luego, se identifican las discrepancias en el aseguramiento de la calidad y se agregan a una "lista de acción de puesta en servicio" que se debe rectificar cuando se finalice el programa de puesta en servicio. En general, estos elementos se deberían discutir durante las reuniones de la puesta en servicio. Por lo común, las discrepancias se identifican inicialmente mediante una inspección visual.

(2) Revisión de las pruebas de desempeño funcional (FPT's). Las pruebas deben ser revisados por el cliente, los contratistas eléctricos, el personal de aseguramiento de la calidad, el personal de mantenimiento y otro personal clave (el equipo de puesta en servicio). Las áreas de interés incluyen, entre otras, todas las funciones del sistema que está siendo sometido a la prueba, todos los componentes principales incluidos, si las pruebas reflejan los documentos de

funcionamiento del sistema, y la verificación de que las pruebas sean realistas.

(3) Efectuar los cambios en las pruebas de desempeño funcional, (FPT's) según se requiera. La autoridad a cargo de la puesta en servicio implementa las correcciones, las soluciones a los interrogantes y las adiciones.

(4) Aprobación de las pruebas de desempeño funcional (FPT's). Después de efectuar los cambios en las pruebas de desempeño funcional (FPT's), éstos se presentan al equipo a cargo de la puesta en servicio. Cuando éstos sean aceptables, la autoridad a cargo de la aprobación o el cliente aprueban dichas pruebas. Conviene anotar que aunque las pruebas estén aprobados, se deben tratar los problemas que surjan durante la prueba (o las áreas no tratadas).

Implementación de las pruebas de desempeño funcional (FPT's). La etapa final en el plan exitoso de puesta en servicio es la prueba y la ejecución correcta de las pruebas del sistema integrado.

(1) Sistema listo para funcionar. Las pruebas de desempeño funcional se pueden implementar a medida que los diferentes sistemas se hacen operativos (por ejemplo la prueba del sistema del generador) o cuando todo el sistema está instalado. Sin embargo, la prueba final de "terminación" se realiza únicamente después de que todos los sistemas estén instalados en su totalidad. Si el contratista eléctrico (o el subcontratista) implementan las pruebas, un testigo debe firmar con sus iniciales en cada etapa de la prueba. El contratista eléctrico no puede emplear al testigo, ni directa ni indirectamente.

(2) Ejecución de pruebas (FPT's). Si el sistema falla en la prueba, el problema se debe resolver y el equipo o el sistema se deben volver a probar, o los requisitos de prueba se deben volver a analizar hasta que se testifiquen pruebas exitosas. Una vez que el sistema o el equipo aprueba la prueba, el funcionario a cargo de la puesta en servicio lo verifica.

(3) El cliente recibe el sistema. Después de finalizar todos las pruebas (incluyendo la prueba de "terminación") el sistema se entrega al cliente.

Anexo G. Control de supervisión y adquisición de datos (SCADA - Supervisory Control And Data Adquisition)

Este anexo no forma parte de los requisitos de este documento de la NFPA y se incluye exclusivamente para efectos informativos.

(A) Generalidades. A los sistemas SCADA, cuando se proporcionen, se les debe aplicar los requisitos generales de las secciones (A)(1) hasta (A)(11). El sistema SCADA para las cargas de los sistemas de alimentación para operaciones críticas (COPS - Critical Operations Power Systems) debe ser independiente del sistema SCADA de administración del edificio. Ningún punto único de falla debe poder inhabilitar al sistema SCADA.

(1) El sistema SCADA para las cargas del COPS debe ser independiente del sistema SCADA de administración del edificio.
(2) Ningún punto único de falla debe poder inhabilitar al sistema SCADA.
(3) Se permitirá que el sistema SCADA proporcione control y monitoreo de los sistemas mecánicos y eléctricos de uso general relacionados con las cargas críticas para la misión, incluyendo, entre otros, los siguientes:
a. El sistema de alarma contra incendios
b. El sistema de seguridad
c. Distribución de energía
d. Generación de energía
e. HVAC y ventilación (posición de la compuerta, velocidad y dirección del flujo de aire)
f. Rasurado de cargas
g. Niveles de combustible u horas de funcionamiento
(4) Antes de instalar o utilizar un sistema SCADA, se debe llevar a cabo la evaluación del riesgo y el análisis del funcionamiento y del mantenimiento para obtener los datos de los parámetros de mantenimiento.
(5) Se debe suministrar un sistema redundante bien sea de reserva en caliente (que puede entrar en operación instantáneamente) o de reserva precaliente (que puede entrar en operación con un muy pequeño tiempo de retraso).
(6) El controlador debe ser un controlador lógico programable (Programmable Logic Controller - PLC).
(7) El sistema SCADA debe utilizar protocolos abiertos, no de propietario.
(8) El sistema SCADA debe tener la capacidad para evaluar el daño y determinar la integridad del sistema después de un "evento".
(9) La pantalla del monitor debe suministrar una interfaz gráfica de usuario para todos los componentes principales monitoreados y controlados por el sistema SCADA, con esquemas de color de fácil reconocimiento por parte de un usuario típico.
(10) El sistema SCADA debe tener la capacidad para de proporcionar almacenamiento de los parámetros del sistema crítico con una frecuencia de 15 minutos, o más frecuentemente cuando existen condiciones fuera de límites.
(11) El sistema SCADA debe tener instalaciones independientes para el almacenamiento de datos que no se ubiquen en la misma vecindad.

(B) Suministro de energía. El sistema de suministro de energía para el sistema SCADA debe cumplir con lo indicado en las secciones (B)(1) hasta (B)(3).

(1) El suministro de energía se debe suministrar con un sistema de baterías de una estación de corriente continua, con tensión nominal de entre 24 y 125 volts de c.c. y con capacidad para 72 horas.
(2) Las baterías del sistema SCADA deben ser independientes de las baterías de otros sistemas eléctricos.
(3) El suministro de energía se debe suministrar con un dispositivo de protección contra sobretensiones (TVSS) correctamente instalado en sus terminales con una trayectoria directa a tierra y de baja impedancia. Los circuitos protegidos y sin protección deben estar separados físicamente para evitar su acoplamiento.

(C) Seguridad contra los peligros. La seguridad contra los peligros se debe suministrar de acuerdo con las secciones (C)(1) hasta (C)(6):

(1) Se debe suministrar acceso físico controlado por parte de personal autorizado únicamente a los controles operativos del sistema y el software.
(2) El sistema SCADA se debe proteger contra polvo, suciedad, agua y otros contaminantes, mediante la especificación de envolventes adecuados para el ambiente.
(3) Ni el conduit ni la tubería deben interrumpir la integridad del envolvente del sistema SCADA.
(4) El sistema SCADA se debe ubicar en los mismos lugares seguros que los sistemas asegurados que monitorean y controlan.
(5) El sistema SCADA se debe proporcionar con sistemas de protección contra incendios con agente seco o sistemas de rociado de preacción de enclavamiento doble que usen detección de zona cruzada para reducir al mínimo la amenaza de descarga accidental de agua en un equipo no protegido. Los sistemas de protección contra incendios deben estar monitoreados por sistemas de alarma contra incendios de acuerdo con el documento NFPA 72®-2007, National Fire Alarm Code®.
(6) El sistema SCADA no se debe conectar a otras redes de comunicaciones por fuera de los lugares seguros sin codificación de seguridad o el uso de fibra óptica.

(D) Mantenimiento y ensayo. Los sistemas SCADA se deben someter a mantenimiento y a ensayo de acuerdo con las secciones 585.60(D)(1) y (D)(2).

(1) Mantenimiento. El programa de mantenimiento para los sistemas SCADA debe constar de los siguientes componentes:
(1) Un programa documentado de mantenimiento preventivo.
(2) Capacidades simultáneas de mantenimiento que permitan la prueba, ubicación y solución de problemas, reparación y/o reemplazo del componente o subsistema mientras el(los) componente(s) o subsistema(s) redundante(s) alimentan la carga.
(3) Retención de los datos operativos - el material borrado va más allá de los requisitos para garantizar el mantenimiento y el funcionamiento adecuados.

(2) Prueba. Los sistemas SCADA se deben someter a prueba periódicamente bajo condiciones reales o de contingencia simulada.

NLM No. 1: Los procedimientos de prueba periódica del sistema se pueden copiar o deducir de los procedimientos recomendados para la prueba del desempeño funcional de los componentes individuales, según las indicaciones de los fabricantes.

NLM No. 2: Para mayor información sobre el mantenimiento y prueba de los SCADA, véase la publicación NFPA 70B-2006, Recommended Practice for Electrical Equipment Maintenance.

Anexo H. Administración y cumplimiento

El Anexo H no forma parte de los requisitos de este documento de la NFPA y se incluye exclusivamente para efectos informativos. Este anexo es informativo a menos que sea adoptado específicamente por la jurisdicción local que a su vez adopta el National Electrical Code®.

80.1 Alcance. Se tratan las siguientes funciones:

(1) La inspección de las instalaciones eléctricas tal como se tratan en la sección 90.2.
(2) La investigación de los incendios causados por instalaciones eléctricas.
(3) La revisión de los planos, dibujos y especificaciones de construcción para los sistemas eléctricos.
(4) El diseño, alteración, modificación, construcción, mantenimiento y ensayo de los sistemas y los equipos eléctricos.
(5) La regulación y el control de las instalaciones eléctricas en eventos especiales que incluyen, entre otros, exhibiciones, muestras comerciales, parques de atracciones y otros inmuebles similares especiales.

80.2 Definiciones.

Autoridad con jurisdicción. Organización, oficina o individuo responsable de aprobar equipos, materiales, una instalación o un procedimiento.

Inspector eléctrico jefe. Inspector eléctrico que es la autoridad con jurisdicción o es designado por la autoridad con jurisdicción y es responsable de administrar los requisitos de este Código.

Inspector eléctrico. Individuo que cumple con los requisitos de la sección 80.27 y está autorizado para realizar inspecciones eléctricas.

80.3 Propósito. El propósito de este artículo es proporcionar los requisitos para la administración y el cumplimiento del National Electrical Code.

80.5 Adopción. No se debe aplicar el Artículo 80 a menos que sea adoptado específicamente por la jurisdicción local que a su vez adopta el National Electrical Code.

80.7 Título. El título de este Código debe ser NFPA 70, National Electrical Code® de la National Fire Protection Association. El título corto de este Código debe ser el NEC®.

80.9 Aplicación.

(A) Instalaciones nuevas. Este Código se aplica a las instalaciones nuevas. Las edificaciones con permisos de construcción fechados después de la adopción de este Código deben cumplir con sus requisitos.

(B) Instalaciones existentes. Se permitirá que las instalaciones eléctricas existentes que no cumplen con las disposiciones de este Código continúen en uso, a menos que la autoridad con jurisdicción determine que la falta de conformidad con este Código presenta un peligro inminente para los ocupantes. Cuando se requieren cambios para la corrección de peligros, se debe dar una cantidad razonable de tiempo para el cumplimiento, dependiendo del grado del peligro.

(C) Adiciones, alteraciones o reparaciones. Las adiciones, alteraciones o reparaciones a todo edificio, estructura o inmueble deben cumplir con las que se exigen para un edificio nuevo, sin exigir que el edificio existente cumpla con todos los requisitos de este Código. Las adiciones, alteraciones, instalaciones o reparaciones no deben hacer que el edificio existente se vuelva inseguro o afecten adversamente el desempeño del edificio, según determine la autoridad con jurisdicción. El alambrado eléctrico adicionado a una acometida, alimentador o circuito ramal ya existentes no deben hacer que la instalación incumplan las disposiciones del Código en vigencia en el momento en que se hagan las adiciones.

80.11 Ocupación del edificio o de la estructura

(A) Construcción nueva. Ningún edificio recién construido se debe ocupar total ni parcialmente de manera que se incumplan las disposiciones de este Código.

(B) Edificios existentes. Se permitirá que los edificios existentes que estén ocupados en el momento de la adopción de este Código permanezcan en uso, siempre que se apliquen las siguientes condiciones:

(1) La clasificación de la ocupación no cambie. (2) No exista una condición que se considere peligrosa para la vida o la propiedad que constituya un peligro inminente.

80.13 Autoridad. Cuando se utilice en este artículo, el término autoridad con jurisdicción debe incluir al inspector eléctrico jefe u otros individuos designados por el organismo gubernamental. La autoridad con jurisdicción designada por la autoridad gubernamental debe administrar y hacer cumplir este Código de la siguiente manera:

(1) Se permitirá que la autoridad con jurisdicción brinde interpretaciones de este Código con el fin de aclarar sus requisitos, según lo permite la sección 90.4.
(2) Cuando se determine que el uso de un equipo eléctrico o sus instalaciones es peligroso para la vida humana o la propiedad, la autoridad con jurisdicción debe tener autorización para desconectar el inmueble de su fuente de alimentación eléctrica, según lo establezca la Junta. Cuando tal equipo o instalación ha sido así declarado inseguro o desconectado, se debe ubicar una

notificación en la que se indique las causas de la declaración, la desconexión, o ambas, y la penalización, según la sección 80.23, por su uso ilegal. La notificación escrita de tal declaración o desconexión y sus causas se debe entregar en un plazo máximo de 24 horas a los propietarios, el ocupante o ambos, de dicho edificio, estructura o inmueble. Será ilegal que cualquier persona retire esa notificación, reconecte el equipo eléctrico a su fuente de alimentación o use o permita el uso de energía eléctrica en cualquiera de tales equipos eléctricos, hasta que las causas de la declaración o desconexión se hayan corregido a satisfacción de las autoridades de inspección.

(3) Se permitirá que la autoridad con jurisdicción delegue en otros individuos calificados dichos poderes tal como sea necesario para la administración y el cumplimiento adecuados de este Código.

(4) La policía, los bomberos y otras agencias a cargo del cumplimiento de la ley deben tener la autoridad para brindar la asistencia necesaria para el cumplimiento de este Código, cuando así lo solicite la autoridad con jurisdicción.

(5) La autoridad con jurisdicción debe estar autorizada para inspeccionar, en todo momento razonable, todo edificio o inmueble con respecto a condiciones o equipos peligrosos o con riesgo, según establece este Código. Se permitirá que la autoridad con jurisdicción ordene a cualquier persona(s) que retire o corrija la condición o el equipo peligroso o con riesgo. La persona o personas que fallen en el cumplimiento de tal orden estarán violando este Código.

(6) Cuando la autoridad con jurisdicción considere que existen condiciones peligrosas para la vida o la propiedad, se permitirá que él o ella exijan que dichas condiciones peligrosas que transgreden este Código sean corregidas.

(7) En toda la extensión permitida por la ley, toda autoridad con jurisdicción a cargo del trabajo de inspección debe estar autorizada, en todo momento razonable, para ingresar y examinar todo edificio, estructura o inmueble con el propósito de llevar a cabo las inspecciones eléctricas. Antes de ingresar a un inmueble, la autoridad con jurisdicción debe obtener el consentimiento de los ocupantes u obtener una orden judicial que autorice su ingreso con el propósito de inspección, excepto cuando exista una emergencia. Tal como se usa en esta sección, emergencia significa que la autoridad con jurisdicción conoce, o tiene razones para creer, que existen circunstancias y que, razonablemente, pueden constituir un peligro inmediato para las personas o la propiedad.

(8) Las personas autorizadas para ingresar e inspeccionar los edificios, estructuras e inmuebles como se establece aquí, deben estar identificadas con credenciales adecuadas emitidas por esta autoridad gubernamental.

(9) Las personas no deben interferir con la autoridad con jurisdicción que lleva a cabo los deberes o las funciones prescritas por este Código.

(10) Las personas no deben usar ninguna insignia, uniforme ni otras credenciales para suplantar a la autoridad con jurisdicción.

(11) Se permitirá que la autoridad con jurisdicción investigue la causa, el origen y las circunstancias de todo incendio, explosión u otra condición peligrosa. (12) Se permitirá que la autoridad con jurisdicción exija los diseños y especificaciones para garantizar el cumplimiento de este Código.

(13) Siempre que una instalación sometida a inspección antes de su uso esté cubierta u oculta, sin haber tenido la primera inspección, se permitirá que la autoridad con jurisdicción exija que dicha obra sea expuesta para la inspección. La autoridad con jurisdicción debe ser notificada cuando la instalación esté lista para su inspección y debe llevar a cabo la inspección en un plazo máximo de ____ días.

(14) Se permitirá que la autoridad con jurisdicción ordene la evacuación inmediata de todo edificio ocupado que se considere inseguro cuando dicho edificio tenga condiciones peligrosas que presenten peligro inminente para los ocupantes del edificio.

(15) Se permitirá que la autoridad con jurisdicción no exija requisitos específicos de este Código o permita métodos alternativos, cuando se garantice que se pueden lograr objetivos equivalentes estableciendo y manteniendo una seguridad eficaz. La documentación técnica se debe presentar a la autoridad con jurisdicción para demostrar la equivalencia y que el sistema, método o dispositivo está aprobado para el propósito proyectado.

(16) Toda solicitud para la omisión de un requisito eléctrico específico se debe archivar con la autoridad con jurisdicción y debe ir acompañada de evidencias, cartas, declaraciones, resultados de pruebas u otra información de soporte que se exija para justificar la solicitud. La autoridad con jurisdicción debe conservar un registro de las acciones relacionadas con tales solicitudes, y el solicitante debe recibir una copia firmada de la decisión de la autoridad con jurisdicción.

80.15 Junta Eléctrica

(A) Creación de la Junta Eléctrica. Por este medio se crea la Junta Eléctrica de _____ de _____, en adelante denominada la Junta.

(B) Nombramientos. Los miembros de la Junta deben ser nombrados por el Gobernador con la asesoría y el consentimiento del Senado (o por el Alcalde con la asesoría y consentimiento del Concejo, o equivalente).

(1) Los miembros de la Junta se deben escoger de manera que se refleje una representación equilibrada de los in-

dividuos o de las organizaciones. El Presidente de la Junta debe ser elegido por los miembros de la Junta. (2) El Inspector Eléctrico Jefe en la jurisdicción que adopta este Artículo autorizado en la sección (B)(3)(a) debe ser el secretario de la junta sin derecho a votar. Cuando el Inspector Eléctrico jefe de un municipio local sirve a una Junta a nivel estatal, se permitirá que él o ella sirva como miembro con derecho a votar de la Junta.

(3) La Junta no debe tener menos de cinco miembros con derecho a voto. Los miembros de la junta se deben seleccionar de los siguientes:
   a. Inspector Eléctrico Jefe de un gobierno local (únicamente para la Junta Estatal).
   b. Un contratista eléctrico que opere en la jurisdicción.
   c. Un ingeniero profesional con licencia involucrado principalmente en el diseño o mantenimiento de instalaciones eléctricas.
   d. Un trabajador electricista competente.

(4) Los miembros adicionales se deben seleccionar de los siguientes:
   a. Un maestro electricista (supervisor).
   b. El jefe de bomberos.
   c. Un representante de la industria de seguros de propiedad/accidentes.
   d. Un representante de una empresa del servicio público de energía eléctrica que opere en la jurisdicción.
   e. Un representante de los fabricantes de productos eléctricos involucrados principal y activamente en la producción de materiales, herrajes, dispositivos, electrodomésticos, luminarias o aparatos usados como parte de o en conexión con las instalaciones eléctricas.
   f. Un miembro de la organización de trabajadores que represente a la fuerza laboral principal de electricistas.
   g. Un miembro del público que no esté afiliado a ningún otro grupo designado.
   h. Un representante del servicio público de telecomunicaciones que opere en la jurisdicción.

(C) Periodos. De los miembros nombrados inicialmente, ___ se deben nombrar por un periodo de 1 año, ___ por un periodo de 2 años, ___ por un periodo de 3 años, y ___ por un periodo de 4 años, y de allí en adelante cada nombramiento debe ser por un periodo de 4 años o hasta que se nombre un sucesor. El Presidente de la Junta se debe nombrar por un periodo no mayor a ___ años.

(D) Compensación. Cada miembro nombrado debe recibir la suma de _____ dólares ($_____) por cada día que el miembro asista a una reunión de la Junta y, además de ello, se le deben rembolsar los gastos de alojamiento, desplazamiento y alimentación según las políticas y los procedimientos establecidos por la jurisdicción.

(E) Quórum. Se exigirá que un quórum, establecido según los procedimientos operativos de la Junta, conduzca los negocios de la Junta. La Junta debe realizar tales reuniones según sea necesario para cumplir con los propósitos del Artículo 80. El Presidente o la mayoría de los miembros de la Junta deben tener la autoridad para convocar las reuniones de ésta.

(F) Deberes. Los siguientes son los deberes de la Junta: (1) Adoptar las reglas y los controles necesarios para administrar y hacer cumplir el Artículo 80.

(2) Establecer los requisitos de los inspectores eléctricos. (3) Revocar o suspender el reconocimiento del certificado de cualquier inspector para la jurisdicción.

(4) Después de la notificación anticipada de las audiencias públicas y de la ejecución de dichas audiencias, según lo establecido por la ley, la Junta está autorizada para establecer y actualizar las disposiciones para la seguridad de las instalaciones eléctricas para que cumplan con la edición actual del National Electrical Code (NFPA 70) y otras normas de seguridad reconocidas en el ámbito nacional para las instalaciones eléctricas.

(5) Establecer los procedimientos para el reconocimiento de las normas de seguridad eléctrica y la aceptación del equipo que cumple con esas normas.

(G) Apelaciones.

(1) Revisión de las decisiones. Cualquier persona, firma o corporación puede registrar una apelación ante la Junta para la revisión de cualquier decisión del Inspector Eléctrico Jefe o de cualquier inspector eléctrico, siempre que tal apelación se haga por escrito en un plazo máximo de quince (15) días después que tal persona, firma o corporación haya sido notificada. Después de recibir la apelación, la Junta debe, si lo solicita la persona que hace la apelación, realizar una audiencia pública y proceder a determinar si la acción de la Junta o del Inspector Eléctrico Jefe o del inspector eléctrico cumple con la ley y, en un lapso máximo de quince (15) días después de recibir la apelación o de realizar la audiencia, debe tomar una decisión de acuerdo con sus hallazgos.

(2) Condiciones. Se permitirá que cualquier persona apele una decisión de la autoridad con jurisdicción ante la Junta cuando se afirma que existen una o más de las siguientes condiciones:
   a. La verdadera intención de los códigos u ordenanzas descritas en este Código se han interpretado de manera incorrecta.
   b. Las disposiciones de los códigos u ordenanzas no se aplican totalmente.
   c. Una decisión es irrazonable o arbitraria ya que se aplica a alternativas o materiales nuevos.

(3) Presentación de apelaciones. Se debe presentar una apelación por escrito que resuma la disposición del Código de la cual se busca excepción y la solución propuesta, a la autoridad con jurisdicción en un lapso de quince (15) días calendario de la notificación de la infracción.

(H) Reuniones y registros. Las reuniones y los registros de la Junta deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) Las reuniones de la Junta deben ser abiertas al público según lo exige la ley.

(2) Los registros de las reuniones de la Junta deben estar disponibles para su revisión durante las horas laborales normales, según lo exige la ley.

80.17 Registros e informes. La autoridad con jurisdicción debe retener los registros de acuerdo con los literales (A) y (B).

(A) Retención. La autoridad con jurisdicción debe conservar un registro de todas las inspecciones eléctricas, incluyendo las fechas de tales inspecciones y un resumen de cualquier violación existente que se encuentre, la fecha de la entrega de las notificaciones y un registro de la disposición final de todas las violaciones. Todos los registros exigidos se deben mantener hasta que su utilidad haya finalizado o hasta que la ley exija algo diferente.

(B) Disponibilidad. La autoridad con jurisdicción debe conservar un registro de las inspecciones, las aprobaciones y las variaciones otorgadas y deben estar disponibles para revisión pública, según lo indicado por la ley, durante horas laborales normales.

80.19 Permisos y aprobaciones. Los permisos y las aprobaciones deben cumplir lo indicado en los literales (A) hasta (H).

(A) Aplicación.

(1) La actividad autorizada por un permiso emitido según este Código, se debe llevar a cabo por parte de los agentes o empleados a quienes se otorgó el permiso, de conformidad con todos los requisitos de este Código aplicables a ella, y de acuerdo con los diseños y las especificaciones aprobadas. Ningún permiso emitido según este Código se debe interpretar como justificación para la violación de cualquiera de las disposiciones de este Código o cualquier otra ley o reglamento aplicables. Toda adición o alteración de los diseños o las especificaciones aprobadas, debe ser aprobada con anticipación por la autoridad con jurisdicción, según lo evidencie la emisión de un permiso nuevo o modificado.

(2) Una copia del permiso se debe ubicar en cada sitio de trabajo o debe estar en otro lugar que sea fácilmente accesible, o debe ser portada por el titular del permiso, según lo especifica la autoridad con jurisdicción.

(B) Contenido. Los permisos deben ser emitidos por la autoridad con jurisdicción y deben llevar el nombre y la firma de dicha autoridad o del representante designado por la autoridad con jurisdicción. Además, el permiso debe indicar la siguiente información:

(1) Operaciones o actividades para las cuales se emite el permiso.

(2) Dirección o lugar donde se va a llevar a cabo la operación o la actividad.

(3) Nombre y dirección de la persona a quien se otorga el permiso.

(4) Número del permiso y fecha de emisión.

(5) Período de validez del permiso.

(6) Requisitos de inspección.

(C) Emisión de los permisos. La autoridad con jurisdicción debe estar autorizada para establecer y emitir permisos, certificados, notificaciones y aprobaciones u órdenes relacionadas con los peligros para la seguridad eléctrica de acuerdo con la sección 80.23, excepto que no se exigirá permiso para ejecutar ninguna de las clases de trabajos eléctricos que se especifican a continuación:

(1) Instalación o reemplazo de equipos tales como lámparas y de equipos de utilización eléctrica aprobados para su conexión a receptáculos instalados permanentemente. También el reemplazo de interruptores empotrados o de acción rápida, fusibles, portalámparas, lámparas, y otros trabajos menores de mantenimiento y reparación tales como el reemplazo de cordones desgastados y de reajuste de las conexiones en un dispositivo alambrado.

(2) El proceso de fabricación, ensayo, mantenimiento o reparación de equipos o aparatos eléctricos.

(D) Permisos anuales. En lugar de un permiso individual para cada instalación o modificación, se debe emitir un permiso anual, según solicitud, para cada persona, firma o corporación que regularmente tenga uno o más empleados para la instalación, modificación y mantenimiento de equipos eléctricos dentro o sobre edificios e inmuebles que pertenezcan o estén ocupados por el solicitante del permiso. Después de la solicitud, a un contratista eléctrico, como agente para el dueño u ocupante, se le debe emitir un permiso anual. El solicitante debe conservar registros de todos los trabajos elaborados y tales registros se deben comunicar periódicamente al inspector eléctrico.

(E) Tarifas. Cualquier subdivisión política que haya sido preparada para inspecciones eléctricas de acuerdo con las disposiciones del Artículo 80 puede establecer las tarifas que debe pagar el solicitante de un permiso, antes de que dicho permiso sea emitido.

(F) Inspección y aprobaciones.

(1) Al terminar toda instalación de equipo eléctrico que se haya realizado de acuerdo con un permiso diferente al anual, es responsabilidad de la persona, firma o corporación que hace la instalación el notificar al inspector eléctrico con jurisdicción, quien debe inspeccionar la obra en un tiempo razonable.

(2) Cuando el inspector encuentre que la instalación está de conformidad con los estatutos de todas las ordenanzas locales aplicables y de todas las reglas y los controles, debe emitir a la persona, firma o corporación que hace la instalación, un certificado de aprobación con copia duplicada para entregarla al propietario, autorizando la conexión al suministro de electricidad y debe enviar notificación escrita de dicha autorización al proveedor del servicio eléctrico. Cuando se emite un certificado de aprobación temporal que autoriza la conexión de una instalación, tales certificados se deben emitir con fecha de expiración en un tiempo a ser establecido y debe ser revocable por el inspector eléctrico según la causa.

(3) Cuando alguna parte de la instalación eléctrica dentro de la jurisdicción de un inspector eléctrico se deba ocultar a la vista mediante la colocación permanente de partes del edificio, la persona, firma o corporación que instala el equipo debe notificar al inspector eléctrico, y dicho equipo no se debe ocultar hasta que haya sido aprobado por el inspector eléctrico o hasta que hayan transcurrido ____ días desde el momento de dicha notificación, siempre que, en instalaciones grandes, cuando el ocultamiento del equipo prosigue continuamente, la persona, firma o corporación que instala el equipo debe notificar con la debida anticipación al inspector eléctrico, y las inspecciones se deben hacer periódicamente durante el desarrollo de la obra.

(4) A intervalos regulares, el inspector eléctrico con jurisdicción debe visitar todos los edificios e inmuebles en los que se puedan ejecutar obras bajo permisos anuales y debe inspeccionar todo el equipo eléctrico instalado según tales permisos, desde la fecha de la inspección previa. El inspector eléctrico debe emitir un certificado de aprobación para dichas obras a medida que se observe el cumplimiento de las disposiciones del Artículo 80 y de todas las ordenanzas, órdenes, reglas y controles aplicables, después del pago de las tarifas exigidas.

(5) Si, después de la inspección, se encuentra que alguna instalación no está totalmente conforme con las disposiciones del Artículo 80, ni con todas las ordenanzas, las reglas y los controles aplicables, el inspector que hace la inspección debe enviar de una vez a la persona, firma o corporación que hace la instalación una notificación escrita que establezca los defectos que se han encontrado.

(G) Revocación de los permisos. La revocación de los permisos debe cumplir con las siguientes condiciones:

(1) Se permitirá que la autoridad con jurisdicción revoque un permiso o aprobación emitido si se encuentra cualquier violación de este Código después de la inspección o en los casos en que hayan declaraciones falsas o malas interpretaciones presentadas en la solicitud o los diseños en los cuales se basó la aprobación o el permiso.

(2) Todo intento de defraudar o, de otra manera deliberada y con conocimiento, diseñar, instalar, servir, mantener, operar, vender, representar para la venta, falsificar registros, informes o solicitudes, u otras actividades relacionadas con la violación de los requisitos prescritos por éste Código debe considerarse una violación a este Código. Dichas violaciones deben ser causa para la suspensión o la revocación inmediata de toda licencia, certificado o permiso relacionado emitido por esta jurisdicción. Además, cualquiera de dichas violaciones se deben someter a cualquier otra penalización civil o criminal, según las leyes de esta jurisdicción.

(3) La revocación se debe constituir cuando la persona a quien se autoriza el permiso sea debidamente notificada por la autoridad con jurisdicción.

(4) Toda persona involucrada en los negocios, la operación, la ocupación o el uso de cualquier inmueble, después de que el permiso emitido se haya suspendido o revocado, de acuerdo con las disposiciones de este Código, y antes de que el permiso suspendido haya sido restituido o se haya emitido un permiso nuevo, se debe considerar infractora de este Código.

(5) Un permiso se debe confirmar después del cumplimiento de los requisitos de este Código y debe constituir en una autorización escrita emitida por la autoridad con jurisdicción para instalar el equipo eléctrico. Ningún permiso emitido según este Código debe tomar el lugar de cualquier otra licencia o permiso exigidos por otros reglamentos o leyes de esta jurisdicción.

(6) Se permitirá que la autoridad con jurisdicción exija una inspección antes de la emisión de un permiso. (7) Un permiso emitido según este Código debe ser continuo hasta que sea revocado o durante el periodo de tiempo indicado en el permiso. El permiso se debe emitir a una persona o un negocio únicamente y para el lugar y el propósito descritos en el permiso. Para todo cambio que afecte cualquiera de las condiciones del permiso, se exigirá un permiso nuevo o modificado.

(H) Solicitudes y extensiones. Las solicitudes y extensiones de los permisos deben cumplir con las siguientes condiciones:

(1) Se permitirá que la autoridad con jurisdicción otorgue una extensión del período de tiempo del permiso después de la presentación, por parte de la persona titular del permiso, de una razón satisfactoria para el incumplimiento para iniciar o completar la obra o actividad autorizada por el permiso.

(2) Las solicitudes de los permisos se deben hacer ante la autoridad con jurisdicción en formularios suministrados por la jurisdicción y deben incluir las respuestas del solicitante a todas las preguntas indicadas en dichos formularios. Las solicitudes de los permisos deben ir acompañadas de los datos exigidos por la autoridad con jurisdicción tales

como diseños, especificaciones, ubicación, etcétera. Las tarifas se deben determinar de acuerdo con las exigencias de las leyes locales.

(3) La autoridad con jurisdicción debe revisar todas las solicitudes presentadas y emitir los permisos según se requiera. Si una solicitud para un permiso es rechazada por la autoridad con jurisdicción, el solicitante debe ser notificado de las razones para tal rechazo. Los permisos para las actividades que exigen evidencia de responsabilidad financiera por parte de la jurisdicción no se deben emitir a menos que se suministren las pruebas de la responsabilidad financiera exigida.

80.21 Revisión de los diseños. La revisión de los diseños y de las especificaciones debe cumplir lo indicado en los literales (A) hasta (C).

(A) Autoridad. Para una construcción nueva, modificación o rehabilitación, se permitirá que la autoridad con jurisdicción revise los documentos y los dibujos de la construcción.

(B) Responsabilidad del solicitante. Debe ser responsabilidad del solicitante garantizar los siguientes aspectos:

(1) Los documentos de la construcción incluyen todos los requisitos eléctricos.

(2) Los documentos y los dibujos de la construcción son correctos y cumplen con todos los códigos y las normas aplicables.

(C) Responsabilidad de la autoridad con jurisdicción. Debe ser responsabilidad de la autoridad con jurisdicción promulgar las reglas que traten los siguientes aspectos:

(1) La revisión de los documentos y los dibujos de la construcción debe ser terminada dentro de los marcos temporales establecidos para el propósito de la aceptación o para suministrar las razones para la no aceptación.

(2) La revisión y aprobación por parte de la autoridad con jurisdicción no deben liberar al solicitante de la responsabilidad del cumplimiento de este Código.

(3) Cuando las condiciones de campo exijan algún cambio significativo con respecto al diseño aprobado, se permitirá que la autoridad con jurisdicción exija que los diseños corregidos se sometan a aprobación.

80.23 Notificación de violaciones y penalizaciones. La notificación de las violaciones y de las penalizaciones debe cumplir lo indicado en los literales (A) y (B).

(A) Violaciones.

(1) Siempre que la autoridad con jurisdicción determina que existen violaciones a este Código, se debe emitir una notificación escrita para confirmar tales hallazgos.

(2) Toda orden o notificación emitida según este Código, se debe hacer llegar al propietario, operario, ocupante u otra persona responsable por la condición o violación, bien sea mediante entrega personal, correo o entrega a alguna persona responsable del inmueble. Para lugares abandonados o sin presencia de operarios, una copia de dicha orden o notificación se debe colocar en el inmueble en un lugar de fácil visibilidad, en o cerca de la entrada de dicho inmueble, y la orden o notificación se debe enviar por correo certificado o registrado, con solicitud de retorno del recibo, a la última dirección conocida del propietario, ocupante, o ambos.

(B) Penalizaciones.

(1) Toda persona que no cumpla con las disposiciones de este Código o que no lleve a cabo una orden emitida de acuerdo con este Código o que incumpla cualquier condición adjunta a un permiso, aprobación o certificado se deben someter a las penalizaciones establecidas por esta jurisdicción.

(2) El incumplimiento de los límites de tiempo de una notificación de reducción u otra notificación correctiva emitida por la autoridad con jurisdicción resultará en que cada uno de los días en que dicha violación continúe se considerará como una ofensa nueva e independiente.

(3) Toda persona, firma o corporación que viole intencionalmente cualquiera de los disposiciones aplicables de este artículo debe ser culpable de un delito menor y, con la condena, se debe penalizar con una multa no inferior a ____ dólares ($____) o más de ____ dólares ($____) por cada ofensa, junto con los costos del juicio, reclusión, o ambos, durante no menos de _____ (_____) días o más de _____ (_____) días.

80.25 Conexión al suministro de electricidad. La conexión al suministro de electricidad se debe hacer conforme a los literales (A) hasta (E).

(A) Autorización. Excepto cuando la obra se realiza bajo un permiso anual y excepto lo dispuesto de otro modo en la sección 80.25, será ilegal que cualquier persona, firma o corporación realicen la conexión al suministro de electricidad o suministre electricidad a cualquier instalación de un equipo eléctrico para la cual se exija un permiso, o que haya sido desconectado o se haya ordenado su desconexión.

(B) Consideración especial. Mediante permiso especial de la autoridad con jurisdicción, se permitirá el suministro de alimentación temporal a los inmuebles para las necesidades específicas del proyecto de construcción. La junta debe determinar cuáles son las necesidades que se permiten según esta disposición.

(C) Notificación. Si, en un plazo máximo de ____ días laborales después de que el inspector eléctrico es notificado de la terminación de la instalación de un equipo eléctrico, diferente

de una instalación con aprobación temporal, el inspector eléctrico no ha autorizado la conexión ni desaprobado la instalación, el proveedor de electricidad está autorizado para hacer las conexiones y suministrar electricidad a dicha instalación.

(D) Otros territorios. Si una instalación o un equipo eléctrico se encuentra en un territorio en el cual el inspector eléctrico no tiene autorización, o no se exige que se hagan inspecciones, el proveedor de electricidad está autorizado para hacer las conexiones y suministrar electricidad a tales instalaciones.

(E) Desconexión. Cuando una conexión se hace a una instalación que no se haya sometido a inspección, según se indica en los párrafos anteriores de esta sección, el proveedor de electricidad debe reportar inmediatamente dicha conexión al Inspector Eléctrico Jefe. Si en la inspección posterior, se encuentra que la instalación no está conforme con las disposiciones del Artículo 80, el Inspector Eléctrico Jefe debe notificar a la persona, firma o corporación que hacen la instalación para corregir los defectos y, si dicha obra no se completa en un plazo máximo de quince (15) días laborales o un periodo más largo, según especifique la Junta, la Junta debe tener autoridad para desconectar la parte de la instalación que no está conforme.

80.27 Requisitos del inspector.

(A) Certificado. Todos los inspectores eléctricos deben estar certificados por un programa de certificación de inspectores reconocido en el ámbito nacional y aceptado por la Junta. El programa de certificación debe capacitar específicamente al inspector en inspecciones eléctricas. No se debe emplear a ninguna persona como inspector eléctrico a menos que dicha persona sea el titular de un certificado de competencia como inspector eléctrico emitido por la Junta, excepto que a las personas que a la fecha en que esta ley entró en vigencia estuvieran al servicio como inspectores eléctricos legalmente designados de _____ se les debe, después de la solicitud y el pago de la tarifa indicada y sin examen, emitir un certificado especial que le permite continuar sirviendo como inspector eléctrico en el mismo territorio.

(B) Experiencia. Los candidatos a inspectores eléctricos deben demostrar la siguiente experiencia:

(1) Tener un conocimiento demostrado de los materiales y los métodos normalizados utilizados en la instalación de equipos eléctricos.

(2) Tener suficiente conocimiento de los métodos aprobados de construcción para la seguridad de las personas y la propiedad.

(3) Tener suficiente conocimiento de los estatutos de _____ relacionados con el trabajo eléctrico y del National Electrical Code, según aprobación del American National Standards Institute.

(4) Haber tenido un mínimo de ____ años de experiencia como inspector eléctrico o ____ años en la instalación de equipos eléctricos. En lugar de dicha experiencia, el candidato debe ser graduado como ingeniero eléctrico o con un currículum similar de una universidad o institución universitaria considerada por la Junta como poseedora de los requisitos adecuados para la graduación, y además debe tener dos años de experiencia eléctrica práctica.

(C) Recertificación. Los inspectores eléctricos se deben recertificar según lo establecido por las disposiciones del programa de certificación aplicable.

(D) Revocación y suspensión de la autorización. La junta debe tener la autoridad para revocar la autorización de un inspector para realizar inspecciones dentro de una jurisdicción.

80.29 Responsabilidad por daños. El Artículo 80 no se debe implementar de manera que afecte la responsabilidad o responsabilidad civil de ninguna de las partes poseedoras, que diseñan, operan, controlan o instalan cualquier equipo eléctrico, por los daños a personas o la propiedad causados por los defectos de éstos, ni debe _____ o ninguno de sus empleados ser responsable por razones de inspección, reinspección u otro examen autorizado.

80.31 Validez. Si alguna sección, subsección, sentencia, cláusula o frase del Artículo 80 se considera inconstitucional por alguna razón, dicha decisión no debe afectar la validez de las partes restantes del Artículo 80.

80.33 Revocación de actas conflictivas. Todas las actas o partes de las actas que estén en conflicto con las disposiciones del Artículo 80 se revocan por este medio.

80.35 Fecha de vigencia. El Artículo 80 debe tener vigencia _____ (_____) días después de su aprobación y publicación.