

**NORMAS TÉCNICAS
COMPLEMENTARIAS DE
INSTALACIONES ELECTRICAS
PARA EL
MUNICIPIO DE BENITO JUAREZ**

INDICE

ARTICULO 110 - REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

ARTICULO 200 – USO E IDENTIFICACION DE LOS CONDUCTORES PUESTOS A TIERRA

ARTICULO 210 – CIRCUITOS DERIVADOS

ARTICULO 215 – CIRCUITOS ALIMENTADORES

ARTICULO 220 – CALCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES

ARTICULO 225 – CIRCUITOS ALIMENTADORES Y DERIVADOS EXTERIORES

ARTICULO 240 – PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE

ARTICULO 250 – PUESTA A TIERRA

ARTICULO 300 – METODOS DE ALAMBRADO

ARTICULO 305 - INSTALACIONES PROVISIONALES

ARTICULO 310 – CONDUCTORES PARA ALAMBRADO EN GENERAL

ARTICULO 318 – SOPORTES TIPO CHAROLA PARA CABLES

ARTICULO 331 – TUBO (CONDUIT) NO METALICO

ARTICULO 332 – TUBO (CONDUIT) DE POLIETILENO

ARTICULO 344 – TUBO (CONDUIT) DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA USOS SUBTERRANEOS

ARTICULO 345 – TUBO (CONDUIT) METALICO TIPO SEMI PESADO

ARTICULO 346 – TUBO (CONDUIT) METALICO TIPO PESADO

ARTICULO 347 – TUBO (CONDUIT) RIGIDO NO METALICO

ARTICULO 348 – TUBO (CONDUIT) METALICO TIPO LIGERO

ARTICULO 349 – TUBO (CONDUIT) METALICO FLEXIBLE TIPO LIGERO

ARTICULO 350 – TUBO (CONDUIT) METALICO FLEXIBLE

ARTICULO 351 – TUBO (CONDUIT) FLEXIBLE HERMETICO A LOS LIQUIDOS

ARTICULO 352 – CANALIZACIONES SUPERFICIALES METALICAS Y NO METALICAS

ARTICULO 362 – DUCTOS METALICOS Y NO METALICOS CON TAPA

ARTICULO 365 – CANALIZACIONES PREALAMBRADAS

ARTICULO 370 – CAJAS, CAJAS DE PASO Y SUSACCESORIOS, UTILIZADOS PARA SALIDA, EMPALME, UNION O JALADO

ARTICULO 373 – GABINETES, CAJAS PARA CORTACIRCUITOS Y BASES PARA MEDIDORES

ARTICULO 380 - DESCONECTADORES

ARTICULO 384 – TABLEROS DE DISTRIBUCION Y TABLEROS DE ALUMBRADO Y CONTROL

ARTICULO 400 – CABLES Y CORDONES FLEXIBLES

ARTICULO 410 – LUMINARIOS, PORTALAMPARAS, LAMPARAS Y RECEPTACULOS

ARTICULO 430 – MOTORES, CIRCUITOS DE MOTORES Y SUS CONTROLADORES

ARTICULO 440 – EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y DE REFRIGERACION

ARTICULO 450 – TRANSFORMADORES Y BOVEDAS PARA TRASNFORMADORES

ARTICULO 500 – AREAS PELIGROSAS (CLASIFICADAS), CLASES I, II Y III, DIVISIONES 1 Y 2

ARTICULO 501 – AREAS CLASE I

ARTICULO 502 – AREAS CLASE II

ARTICULO 503 – AREAS CLASE III

**ARTICULO 511 – ESTACIONAMIENTOS COMERCIALES, TALLERES DE SERVICIO Y DE REPARACION
PARA VEHICULOS AUTOMOTORES**

ARTICULO 514 – GASOLINERIAS Y ESTACIONES DE SERVICIO

ARTICULO 515 – PLANTAS DE ALMACENAMIENTO A GRANEL

ARTICULO 517 – INSTALACIONES EN LUGARES DE ATENCION DE LA SALUD

ARTICULO 518 – LUGARES DE REUNION

ARTICULO 525 – ATRACCIONES MOVILES CIRCOS, FERIAS Y EVENTOS SIMILARES

ARTICULO 553 – CONSTRUCCIONES FLOTANTES

ARTICULO 555 – MARINAS Y MUELLES

ARTICULO 600 – ANUNCIOS LUMINOSOS Y ALUMBRADO DE REALCE

ARTICULO 605 – INSTALACIONES EN OFICINAS

ARTICULO 660 – EQUIPOS DE RAYOS X

ARTICULO 680 – ALBERCAS, FUENTES E INSTALACIONES SIMILARES

ARTICULO 695 – BOMBAS CONTRA INCENDIOS

ARTICULO 920 – DISPOSICIONES GENERALES

ARTICULO 921 – PUESTA A TIERRA

ARTICULO 930 – ALUMBRADO PUBLICO

ARTICULO 110 - REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

A. Disposiciones Generales

110-2. Aprobación. En las instalaciones eléctricas a que se refiere la presente NTC deben utilizarse materiales y equipos (productos) que cumplan con las normas oficiales mexicanas y a falta de éstas, con las normas mexicanas.

Los materiales y equipos (productos) de las instalaciones eléctricas sujetos al cumplimiento señalado en el párrafo anterior, deben contar con un certificado expedido por un organismo de certificación de productos, acreditado y aprobado.

Los materiales y equipos (productos) que cumplan con las disposiciones establecidas en los párrafos anteriores se consideran aprobados para los efectos de esta NTC.

110-3. Instalación y uso de los equipos. Los equipos y en general los productos eléctricos utilizados en las instalaciones eléctricas deben usarse o instalarse de acuerdo con las indicaciones incluidas en la etiqueta, instructivo o marcado.

110-12. Ejecución mecánica de los trabajos. Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional. Si se utilizan tapas o placas metálicas en cajas o cajas de paso no metálicas éstas deben introducirse como mínimo 6 mm por debajo de la superficie externa de las cajas.

a) **Aberturas no utilizadas.** Las aberturas no utilizadas de las cajas, canalizaciones, canales auxiliares, gabinetes, carcásas o cajas de los equipos, se deben cerrar eficazmente para que ofrezcan una protección sustancialmente equivalente a la pared del equipo.

b) **En envolventes bajo la superficie.** Los conductores deben estar soportados de modo tal que permitan el acceso fácil y seguro a las envolventes subterráneas o bajo la superficie, a los que deban entrar personas para instalación y mantenimiento.

c) **Integridad de los equipos y conexiones eléctricas.** Las partes internas de los equipos eléctricos, como las barras colectoras, terminales de cables, aisladores y otras superficies, no deben estar dañadas o contaminadas por materias extrañas como restos de pintura, yeso, limpiadores, abrasivos o corrosivos. No debe haber partes dañadas que puedan afectar negativamente al buen funcionamiento o a la resistencia mecánica de los equipos, como piezas rotas, dobladas, cortadas, deterioradas por la corrosión o por acción química o sobrecalentamiento o contaminadas por materiales extraños como pintura, yeso, limpiadores o abrasivos.

110-1 3. Montaje y enfriamiento de equipo

a) **Montaje.** El equipo eléctrico debe estar firmemente sujeto a la superficie sobre la que vaya montado. No deben utilizarse taquetes de madera en agujeros en ladrillo, concreto, yeso o en materiales similares.

b) **Enfriamiento.** El equipo eléctrico que dependa de la circulación natural del aire y de la convección para el enfriamiento de sus superficies expuestas, debe instalarse de modo que no se impida la circulación del aire ambiente sobre dichas superficies por medio de paredes o equipo instalado al lado. Para equipo diseñado para su montaje en el suelo, debe dejarse la distancia entre las superficies superior y las adyacentes para que se disipe el aire caliente que circula hacia arriba.

El equipo eléctrico dotado de aberturas de ventilación debe instalarse 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 las diferentes características del cobre y del aluminio, deben usarse conectadores o uniones a presión y terminales soldables apropiados para el material del conductor e instalarse adecuadamente. No deben unirse terminales y conductores de materiales distintos, como cobre y aluminio, a menos que el dispositivo esté identificado (aprobado conforme con lo establecido en 110-2) para esas condiciones de uso. Si se utilizan materiales como soldadura, fundentes o compuestos, deben ser adecuados para el uso y de un tipo que no cause daño a los conductores, sus aislamientos, la instalación o a los equipos.

NOTA: En muchas terminales y equipo se indica su par de apriete máximo.

a) **Terminales.** Debe asegurarse que la conexión de los conductores a las terminales se realice de forma segura, sin deteriorar los conductores y debe realizarse por medio de conectadores de presión (incluyendo tornillos de fijación), conectadores soldables o empalmes a terminales flexibles. Se permite la conexión por medio de tornillos o pernos y tuercas de sujeción de cables y tuercas para conductores con designación de 5,26 mm² (10 AWG) o menores.

Las terminales para más de un conductor y las terminales utilizadas para conectar aluminio, deben estar identificadas para ese uso (aprobadas conforme con lo establecido en 110-2).

b) **Empalmes.** Los conductores deben empalmarse con dispositivos adecuados según su uso o con soldadura de bronce, soldadura autógena, o soldadura con un metal de aleación fundible. Los empalmes soldados deben unirse primero, de forma que aseguren, antes de soldarse, una conexión firme, tanto mecánica como eléctrica (Véase 921-24(b)). Los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante adecuado.

Los conectadores o medios de empalme de los cables instalados en conductores que van directamente enterrados, deben estar listados (aprobados conforme con lo establecido en 110-2) para ese uso.

c) **Limitaciones por temperatura.** La temperatura nominal de operación del conductor, asociada con su capacidad de conducción de corriente, debe seleccionarse y coordinarse de forma que no exceda la temperatura de operación de cualquier elemento del sistema como conectadores, otros conductores o dispositivos que tengan la temperatura menor de operación. Se permite el uso de los conductores con temperatura nominal superior a la especificada para las terminales, mediante ajuste o corrección de su capacidad de conducción de corriente o ambas. Asegurando que la temperatura de operación no exceda a la del elemento de menor temperatura de operación.

1) **Terminales de equipo.** La determinación de terminales de equipo debe basarse en 110-14(a) o 110-14(b). A menos que el equipo esté aprobado o marcado de otra forma, la capacidad de conducción de corriente usada para determinar las terminales de equipo debe basarse en la tabla 310-16 con las modificaciones indicadas en 310-15.

a. Las terminales de equipos para circuitos de 100 A nominales o menos o marcadas (aprobadas conforme con lo establecido en 110-2) para conductores con designación de 2,08 mm² a 42,4 mm² (14 AWG a 1 AWG), deben utilizarse solamente para los casos siguientes:

1. Conductores con temperatura de operación del aislamiento máxima de 60°C.
2. Conductores con temperatura de operación del aislamiento, mayor, siempre y cuando la capacidad de conducción de corriente de tales conductores se determine basándose en la capacidad de conducción de corriente de conductores para 60°C.
3. Conductores con temperatura de operación del aislamiento, mayor, si el equipo está identificado para tales conductores.
4. Para motores marcados con las letras de diseño B, C, D o E, se permite el uso de conductores que tienen un aislamiento con temperatura de operación de 75°C o mayor siempre y cuando la capacidad de conducción de corriente de tales conductores no exceda de la capacidad de conducción de corriente para 75°C.

b. Las terminales de equipo para circuitos de más de 100 A nominales o identificadas (aprobadas conforme con lo establecido en 110-2) para conductores mayores de 42,4 mm² (1 AWG), deben utilizarse solamente para los siguientes casos:

1. Conductores con temperatura nominal de operación del aislamiento de 75°C.
2. Conductores con temperatura de operación nominal de 75°C, siempre y cuando la capacidad de conducción de corriente de tales conductores no exceda de la correspondiente a 75°C o con temperatura de operación mayor que 75°C, si el equipo está identificado para utilizarse con tales conductores

2) **Conectadores de compresión separables.** Los conectadores de compresión separables deben utilizarse con conductores cuya capacidad de conducción de corriente no exceda la capacidad de conducción de corriente del conectador a la temperatura nominal.

110-16. Espacio de trabajo alrededor de equipo eléctrico (de 600 V nominales o menos). Alrededor de todo equipo eléctrico debe existir y mantenerse un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento rápido y seguro de dicho equipo.

a) Distancias de trabajo. Excepto si se exige o se permite otra cosa en esta norma, la medida del espacio de trabajo en dirección al acceso a las partes vivas que funcionen a 600 V nominales o menos a tierra y que puedan requerir examen, ajuste, servicio o mantenimiento mientras estén energizadas no debe ser inferior a la indicada en la Tabla 110-16(a). Las distancias deben medirse desde las partes vivas, si están expuestas o desde el frente o abertura de la envolvente, si están encerradas. Las paredes de concreto, ladrillo o azulejo deben considerarse conectadas a tierra.

Además de las dimensiones expresadas en la Tabla 110-16(a), el espacio de trabajo no debe ser menor que 80 cm de ancho delante del equipo eléctrico. El espacio de trabajo debe estar libre y extenderse desde el piso o plataforma hasta la altura exigida por esta Sección. En todos los casos, el espacio de trabajo debe permitir abrir por lo menos 90° las puertas o paneles abisagrados del equipo. Dentro de los requisitos de esta Sección, se permite equipo que tenga distancias, como la profundidad, iguales a los de la altura requerida.

TABLA 110-16(a).- Distancias de trabajo

Tensión eléctrica nominal a tierra (V)	Distancia libre mínima (m)		
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
0-150	0,90	0,90	0,90
151-600	0,90	1,1	1,20

Las condiciones son las siguientes:

- Partes vivas expuestas en un lado y no vivas ni conectadas a tierra en el otro lado de espacio de trabajo, o partes vivas expuestas a ambos lados protegidas eficazmente por madera u otros materiales aislantes adecuados. No se consideran partes vivas los cables o barras aislados que funcionen a 300 V o menos.
- Partes vivas expuestas a un lado y conectadas a tierra al otro lado.
- Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no protegidas como está previsto en la Condición 1), con el operador entre ambas.

Excepción 1: No se requiere espacio de trabajo en la parte posterior de conjuntos como tableros de distribución de fuerza de frente muerto o centros de control de motores en los que no haya partes reemplazables o ajustables como fusibles o desconectadores en su parte posterior y donde todas las conexiones estén accesibles desde lugares que no son la parte posterior. Cuando se requiera acceso posterior para trabajar en partes no energizadas de la parte posterior del equipo encerrado, debe existir un espacio mínimo de trabajo de 760 mm en horizontal.

Excepción 2: Con permiso especial, se permiten espacios más pequeños si todas las partes no aisladas están a una tensión eléctrica inferior a 30 V rcm, 42 V de pico o 60 V c.c.

Excepción 3: En los edificios existentes en los que se vaya a cambiar el equipo eléctrico, debe dejarse un espacio de trabajo como el de la Condición 2 entre tableros de distribución de fuerza de frente muerto, gabinetes de alumbrado o centros de control de motores situados a lo largo del pasillo y entre uno y otro, siempre que las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que se han dado instrucciones por escrito para prohibir que se abra al mismo tiempo el equipo a ambos lados del pasillo y que el mantenimiento de la instalación sea efectuado por personas calificadas.

b) Espacios libres. El espacio de trabajo requerido por esta Sección no debe utilizarse como almacén. Cuando las partes energizadas normalmente cerradas se exponen para su inspección o servicio, el espacio de trabajo, en un paso o espacio general, debe estar debidamente protegido.

c) Acceso y entrada al espacio de trabajo. Debe haber al menos una entrada de ancho suficiente que dé acceso al espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico.

Para equipo de 1 200 A nominales o más y de más de 1,80 m de ancho, que contenga dispositivos de protección contra sobrecorriente, dispositivos de interrupción o de control, debe tener una entrada de no menos de 61 cm de ancho y de 2 m de alto en cada extremo del local.

Excepción 1: Si el lugar permite una circulación continua y libre, se permite una salida únicamente.

Excepción 2: Si el espacio de trabajo requerido en la Sección 110-16(a) se duplica, sólo se requiere una entrada al espacio de trabajo y debe estar situada de modo que el borde de la entrada más cercana al equipo esté a la distancia mínima dada en la Tabla 110-16(a) desde dicho equipo.

d) Iluminación. Debe haber iluminación apropiada en todos los espacios de trabajo alrededor del equipo de acometida, tableros de distribución de fuerza, paneles de alumbrado o de los centros de control de motores instalados interiormente. No son necesarios otros elementos de iluminación cuando el espacio de trabajo esté iluminado por una fuente de luz adyacente. En los cuartos de equipo y en donde estén instalados: tableros de distribución de fuerza, paneles de alumbrado o de los centros de control de motores, la iluminación debe ser apropiada aun cuando se interrumpa el suministro de alumbrado normal y debe cumplir lo indicado en la Sección 700-17.

e) Altura hasta el techo. La altura mínima hasta el techo de los espacios de trabajo alrededor de equipo de acometida, tableros de distribución de fuerza, paneles de alumbrado o de los centros de control de motores debe ser de 2 m. Cuando el equipo eléctrico tenga más de 2 m de altura, el espacio mínimo hasta el techo no debe ser inferior a la altura del equipo.

Excepción: El equipo de acometida o los paneles de alumbrado en unidades de vivienda existentes que no superen 200 A.

NOTA: Para tensiones eléctricas mayores, véase la NOM-001-SEDE-2005.

110-1 7. Resguardo de partes vivas (de 600 V nominales o menos)

a) Partes vivas protegidas contra contacto accidental. Excepto si en esta norma se requiere o autoriza otra cosa, las partes vivas del equipo eléctrico que funcionen a 50 V o más deben estar resguardadas contra contactos accidentales por envolventes apropiadas o por cualquiera de los medios siguientes:

- 1) Estar ubicadas en un cuarto, bóveda o recinto similar accesible únicamente a personal calificado.
- 2) Mediante muros de materiales permanentes adecuados, tabiques o mamparas dispuestas de modo que sólo tenga acceso al espacio cercano a las partes vivas personal calificado. Cualquier abertura en dichos muros o mampara debe ser dimensionada o estar situada de modo que no sea probable que las personas entren en contacto accidentalmente con las partes vivas o pongan objetos conductores en contacto con las mismas.
- 3) Estar situadas en un balcón, una galería o en una plataforma tan elevadas y dispuestas de tal modo que no permita acceder a personal no calificado.
- 4) Estar instaladas a 2,45 m o más por encima del piso u otra superficie de trabajo.

b) Prevención de daño físico. En lugares en los que sea probable que el equipo eléctrico pueda estar expuesto a daños físicos, las envolventes o protecciones deben estar dispuestas de tal modo y ser de una resistencia tal que evite daños.

c) Señales preventivas. Las entradas a cuartos y otros lugares protegidos que contengan partes vivas expuestas, deben marcarse con señales preventivas que prohíban la entrada a personal no calificado.

110-32. Espacio de trabajo alrededor de los equipos. Alrededor de todo equipo eléctrico debe existir y mantenerse un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento rápido y seguro de dicho equipo. Cuando haya expuestas partes energizadas, el espacio de trabajo mínimo no debe ser inferior a 2 m de altura (medidos verticalmente desde el piso o plataforma) ni inferior a 0,9 m de ancho (medidos paralelamente al equipo). La distancia debe ser la que requiera la Sección 110-34(a). En todos los casos, el espacio de trabajo debe ser suficiente para permitir como mínimo una abertura de 90° de las puertas o paneles abisagrados.

110-33. Entrada y acceso al espacio de trabajo

a) **Entrada.** Para dar acceso al espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico, debe haber por lo menos una entrada no inferior a 60 cm de ancho y a 2 m de alto.

En los tableros de distribución y paneles de control de más de 1,80 m de ancho, debe haber una entrada en cada extremo de dicho equipo.

Excepción 1: Si el lugar permite una salida continua y libre.

Excepción 2: Si el espacio de trabajo requerido en la Sección 110-34(a) se debe duplicar.

El espacio de trabajo con una entrada debe estar situado de modo que el borde de la entrada más cercana al equipo esté a la distancia mínima dada en la Tabla 110-34(a) desde dicho equipo.

Cuando haya partes energizadas desnudas de cualquier tensión eléctrica o partes energizadas aisladas de más de 600 V nominales a tierra cerca de dichas entradas, deben estar adecuadamente protegidas.

b) **Acceso.** Debe haber escaleras o escalones permanentes que permitan acceder de modo seguro al espacio de trabajo alrededor de equipo eléctrico instalado en plataformas, balcones, entresuelos o en los áticos o cuartos en las terrazas.

110-34. Espacio de trabajo y protección

a) **Espacio de trabajo.** El espacio de trabajo libre mínimo en dirección del acceso a las partes vivas de una instalación eléctrica, tales como tableros de distribución, paneles de control, medios de desconexión, interruptores automáticos, controladores de motores, relevadores y equipo similar, debe ser como mínimo el especificado en la Tabla 110-34(a), a no ser que se especifique otra cosa en esta norma. Las distancias deben medirse desde las partes vivas, si están expuestas o desde el frente o abertura de la envolvente si están encerradas.

TABLA 110-34(a).- Distancia mínima del espacio de trabajo en una instalación eléctrica

Tensión eléctrica nominal a tierra (V)	Distancia mínima (m)		
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
601-2 500	0,90	1,2	1,5
2 501-9 000	1,2	1,5	1,8
9 001-25 000	1,5	1,8	2,7
25 001-75 KV	1,8	2,4	3,0
más de 75 KV	2,4	3,0	3,6

Las condiciones son las siguientes:

- Partes vivas expuestas en un lado y no activas o conectadas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo, o partes vivas expuestas a ambos lados protegidas eficazmente por madera u otros materiales aislantes adecuados. No se consideran partes vivas los cables o barras aislados que funcionen a no más de 300 V.
- Partes vivas expuestas a un lado y conectadas a tierra al otro lado. Las paredes de concreto, tabique o azulejo se consideran superficies conectadas a tierra.
- Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no protegidas como está previsto en la Condición 1), con el operador entre ambas.

Excepción: No se requiere espacio de trabajo en la parte posterior de conjuntos tales como tableros de distribución de frente muerto o centros de control de motores en los que no haya partes intercambiables o ajustables tales como fusibles o commutadores en su parte posterior, y donde todas las conexiones estén 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 equipo encerrado, debe existir un espacio mínimo de trabajo de 0,8 m en horizontal.

b) **Separación de instalaciones de baja tensión.** Cuando haya instalados desconectadores, cortacircuitos u otro equipo que funcione a 600 V nominales o menos, en un cuarto o resguardo donde haya expuestas partes vivas o cables expuestos a más de 600 V nominales, la instalación de alta tensión debe separarse eficazmente del espacio ocupado por los equipos de baja tensión mediante un muro de tabique, cerca o pantalla adecuados.

Excepción: Está permitido instalar desconectadores u otros equipos que funcionen a 600 V nominales o menos y que pertenezcan sólo a equipo dentro del cuarto, bóveda o envolvente de alta tensión en ese cuarto, bóveda o envolvente si sólo es accesible a personas calificadas.

c) **Cuartos o envolventes cerrados.** Las entradas a todos los edificios, cuartos o envolventes que contengan partes vivas expuestas o conductores expuestos que operen a más de 600 V nominales, deben mantenerse cerradas con llave, a menos que dichas entradas estén en todo momento bajo la supervisión de una persona calificada.

Cuando la tensión eléctrica supere 600 V nominales, debe haber señales preventivas permanentes y visibles en las que se indique lo siguiente:

"PELIGRO - ALTA TENSION ELECTRICA - PROHIBIDA LA ENTRADA"

d) **Iluminación.** Debe haber iluminación apropiada en todos los espacios de trabajo alrededor del equipo eléctrico. Las cajas de salida para iluminación deben estar dispuestas de manera que las personas que cambien las lámparas o hagan reparaciones en el sistema de iluminación, no corran peligro por las partes vivas u otros equipos activos. En los cuartos de equipo eléctrico en donde estén instalados equipos de más de 600 V nominales, la iluminación debe ser apropiada aun cuando se interrumpa el suministro de alumbrado normal y debe cumplir lo indicado en la Sección 700-1 7.

Los interruptores de control deben estar situados de modo que no sea probable que las personas entren en contacto con ninguna parte viva o móvil del equipo al accionarlos

e) **Altura de las partes vivas sin proteger.** Las partes vivas sin proteger por encima del espacio de trabajo deben mantenerse a una altura no inferior a la requerida en la Tabla 110-34(e).

TABLA 110-34(e).- Altura de las partes vivas sin proteger sobre el espacio de trabajo

Tensión eléctrica nominal entre fases (V)	Altura (m)
601-7 500	2,60
7 501-35 000	2,75
Más de 35 000	2,75 + (0,01 por cada kV arriba de 35 000 V)

ARTICULO 200-USO E IDENTIFICACION DE LOS CONDUCTORES PUESTOS A TIERRA

200-6. Medios de identificación de los conductores puestos a tierra

a) **De tamaño nominal 13,3 mm² (6 AWG) o inferior.** Un conductor aislado puesto a tierra de tamaño nominal 13,3 mm² (6 AWG) o inferior, debe identificarse por medio de un forro exterior continuo blanco o gris claro, que le cubra en toda su longitud. También se permite la identificación como sigue:

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

2) Un cable con un solo conductor resistente a la luz solar y con clasificación de intemperie, que se utilice como conductor puesto a tierra en los sistemas solares fotovoltaicos, debe identificarse en el momento de la instalación mediante una clara marca blanca en todos sus extremos.

4) Para cables aéreos, la identificación debe hacerse como se indica anteriormente o por medio de una marca en el exterior del cable.

b) **Tamaños nominales superiores a 13,3 mm² (6 AWG).** Un conductor aislado puesto a tierra de tamaño nominal mayor que 13,3 mm² (6 AWG), debe identificarse por medio de un forro exterior continuo blanco o gris claro, que le cubra en toda su longitud, o por tres franjas blancas continuas en toda su longitud, en aislamientos que no sean de color verde, o por una visible marca blanca y permanente en sus extremos, en el momento de la instalación.

c) **Cordones flexibles.** Un conductor aislado que se usa como conductor puesto a tierra, si está contenido dentro de un cordón flexible, debe identificarse mediante un forro externo blanco o gris claro o por los métodos permitidos.

d) **Conductores de distintas instalaciones puestos a tierra.** Cuando se instalen en la misma canalización, cable, caja, canal auxiliar u otro tipo de envolvente, conductores de diferentes sistemas, el conductor puesto a tierra del sistema, en caso de ser necesario, debe tener el forro exterior conforme a lo establecido en 200-6(a) o 200-6(b). Cada conductor puesto a tierra de otro sistema, en caso de ser necesario, debe tener un forro exterior blanco con una tira de distinto color (menos verde) claramente distinguible, que vaya a lo largo de todo el aislamiento, o mediante otro medio de identificación permitido en 200-6(a) o (b) que distinga cada conductor puesto a tierra del sistema.

200-7. Uso del color blanco o gris claro. Sólo debe utilizarse un forro continuo blanco o gris claro en un conductor, o una marca de color blanco o gris claro en un extremo para identificar el conductor puesto a tierra.

Excepción 1: Se permite un conductor aislado con forro blanco o gris claro como conductor no puesto a tierra, cuando se identifique permanentemente para indicar su uso, mediante pintura u otro medio eficaz en sus extremos y en todos los lugares en donde el conductor sea visible y accesible.

Excepción 2: Se permite un cable que contenga un conductor aislado con acabado exterior blanco o gris claro en cables de interconexión de interruptores unipolares de tres o cuatro vías, cuando el conductor blanco o gris claro se use para alimentar al interruptor, pero no como conductor de retorno desde el interruptor a la salida que alimenta. En estas aplicaciones no es necesario identificar el conductor blanco o gris claro.

Excepción 3: Se permite un cordón flexible para conectar un aparato electrodoméstico que lleve un conductor identificado por su acabado exterior blanco o gris claro, o por cualquier otro medio permitido por 400-22, tanto si el receptáculo al que se encuentre conectado está alimentado por un circuito que tenga un conductor puesto a tierra como si no lo está.

Excepción 4: Sólo si se requiere un conductor puesto a tierra blanco o gris claro en circuitos de menos de 50 V, según se establece en **250-5(a)**.

200-10. Identificación de las terminales

a) **Terminales de dispositivos.** Todos los dispositivos dotados de terminales para la conexión de conductores y destinados para conectarlos a más de un lado del circuito, deben tener terminales debidamente marcadas para su identificación.

Excepción 1: Cuando la conexión eléctrica de una terminal proyectada para conectarla al conductor puesto a tierra, sea claramente evidente.

Excepción 2: Las terminales de los paneles de alumbrado y control de los circuitos derivados de iluminación y aparatos electrodomésticos.

Excepción 3: Los dispositivos con capacidad nominal de más de 30 A, excepto las clavijas de conexión con polaridad y las bases de receptáculo con polaridad para aparatos electrodomésticos, tal como se exige en 200-10(b).

b) **Receptáculos, clavijas y conectores.** En los receptáculos, clavijas polarizadas y conectores de cordones para clavijas polarizadas, debe identificarse la terminal destinada para su conexión al conductor puesto a tierra.

La identificación debe hacerse por un metal o recubrimiento metálico de color blanco o con la palabra "blanco" o la letra "B" situada cerca de la terminal identificada.

Si la terminal no es visible, el orificio de entrada del conductor para la conexión debe pintarse de blanco o marcar con la palabra "blanco" o la letra "B".

c) **Casquillos roscados.** En los aparatos eléctricos con casquillos roscados, la terminal del conductor puesto a tierra debe ser conectada al casquillo.

d) **Dispositivos con casquillos roscados conectados a cables.** En los dispositivos con casquillos roscados con cables conectados, el conductor unido al casquillo roscado, debe tener un acabado blanco o gris claro. El acabado exterior del otro conductor debe ser de un color sólido que no se confunda con el acabado blanco o gris claro usado para identificar el conductor puesto a tierra.

e) **Aparatos electrodomésticos.** Los aparatos electrodomésticos con un interruptor unipolar o un dispositivo unipolar de protección contra sobrecorriente en el circuito o casquillos roscados conectados en el circuito, y que se tengan que conectar (1) por medio de instalación permanente, o (2) por medio de cordones con clavija para aparatos eléctricos instalados en campo con tres o más conductores (incluido el conductor de puesta a tierra del equipo), deben llevar medios para identificar la terminal del conductor del circuito puesto a tierra (si lo hubiera).

200-11. Polaridad de las conexiones. No debe conectarse a ninguna terminal o cable algún conductor puesto a tierra que pueda invertir la polaridad diseñada.

ARTICULO 210-CIRCUITOS DERIVADOS

210-5. Identificación de los circuitos derivados

a) Conductor puesto a tierra. El conductor puesto a tierra de un circuito derivado debe identificarse de acuerdo a la Sección 200-6. Cuando en la misma canalización, caja, canal auxiliar u otro tipo de envolvente haya conductores de distintos sistemas, si se requiere que un conductor del sistema esté puesto a tierra, debe tener forro exterior de color blanco o gris claro. Los conductores puestos a tierra de los demás sistemas, si son necesarios, deben tener forro exterior de color blanco con una franja de color identificable (que no sea verde) que vaya a lo largo del aislamiento o por cualquier otro medio de identificación.

b) Conductor de puesta a tierra de los equipos. El conductor con aislamiento, de puesta a tierra de los equipos de un circuito derivado, debe identificarse por un color verde continuo o con una o más franjas amarillas.

210-7. Receptáculos y conectores para cordones

a) Con conexión de puesta a tierra. Los receptáculos instalados en circuitos derivados de 15 A y 20 A deben ser con conexión de puesta a tierra. Los receptáculos con conexión de puesta a tierra deben instalarse sólo en circuitos para la tensión y corriente eléctricas para las cuales están clasificados, excepto lo establecido en las Tablas 210-21(b)(2) y (b)(3).

Excepción: Los receptáculos sin conexión de puesta a tierra instalados de acuerdo con lo indicado en 210-7(d).

b) Para conectar a tierra. Los receptáculos y conectadores para cordones que tengan contactos de conexión de puesta a tierra, deben tener esos contactos puestos a tierra eficazmente.

Excepción 1: Los receptáculos montados en generadores portátiles e instalados en vehículos, según 250-6.

Excepción 2: Los receptáculos de repuesto, tal como se permite en 210-7(d).

c) Método de puesta a tierra. Las terminales de puesta a tierra de los receptáculos y de los conectadores para cordones deben ser puestos a tierra conectándolos al conductor de puesta a tierra del circuito que alimenta al receptáculo o al conectador para cordón.

NOTA: Véanse los requisitos de instalación para la reducción del ruido eléctrico, Sección 250-74 Excepción 4.

El método de instalación del circuito derivado debe incluir o tener previsto un conductor de puesta a tierra para equipo, al cual deben conectarse los contactos de puesta a tierra del receptáculo o el conectador de cordón.

d) Reemplazo de receptáculos. Cuando se reemplacen receptáculos deben cumplirse las siguientes condiciones (1), (2) y (3) cuando proceda.

1) Cuando haya instalado un medio de puesta a tierra o un conductor de puesta a tierra en la envolvente del receptáculo, según la Excepción de la Sección 250-50(b), deben utilizarse receptáculos con conexión de puesta a tierra y deben conectarse al conductor de tierra, según 210-7(c) o de acuerdo a la Excepción de 250-50(b).

2) Cuando se reemplacen receptáculos protegidos con interruptor de circuito por falla a tierra, deben ser sustituidos sólo por otros del mismo tipo, en donde sea requerido por esta NOM.

3) Cuando no haya conductor de puesta a tierra en la envolvente del receptáculo, la instalación debe cumplir las siguientes condiciones:

a. Está permitido reemplazar los receptáculos sin conexión de puesta a tierra por otros receptáculos sin conexión de puesta a tierra.

b. Está permitido sustituir los receptáculos sin conexión de puesta a tierra por los de tipo protegidos con interruptor de circuito por falla a tierra. Estos receptáculos deben llevar la marca "Sin

conexión de puesta a tierra". No debe conectarse un conductor de puesta a tierra de equipo, desde el receptáculo protegido con interruptor de circuito por falla a tierra a cualquier salida alimentada desde este receptáculo.

c. Está permitido reemplazar receptáculos sin conexión de puesta a tierra por otros del tipo con conexión de puesta a tierra, cuando estén alimentados a través de un interruptor con protección de falla a tierra. Los receptáculos con conexión de puesta a tierra alimentados a través de interruptores con protección de falla a tierra deben estar marcados con la indicación

"CON PROTECCION DE FALLA A TIERRA" y "SIN CONEXION DE PUESTA A TIERRA"

No debe conectarse un conductor de puesta a tierra de equipo con receptáculos del tipo con conexión de puesta a tierra.

e) **Equipo conectado con cordón y clavija.** La instalación de receptáculos con conexión de puesta a tierra no debe usarse como requisito para que todos los equipos conectados con cordón y clavija sean con conexión de puesta a tierra.

f) **Tipo no intercambiable.** Los receptáculos conectados a circuitos que tengan distintas tensiones, frecuencia o tipo de corriente eléctricas (c.a. o c.c.) en el mismo edificio, deben estar diseñados de tal forma que las clavijas de conexión utilizadas en esos circuitos no sean intercambiables.

g) Cuando más de un circuito derivado esté conectado a más de un receptáculo en una misma salida, debe proveerse un medio para desconectar simultáneamente los conductores no puestos a tierra que alimentan estos receptáculos en el panel donde se originen estos circuitos derivados.

210-8. Protección de las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra

a) **Unidades de vivienda.** Todos los receptáculos en instalaciones monofásicas de 120 V o 127 V de 15 A y 20 A, instalados en los lugares que se especifican a continuación, deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra:

- 1) Los de los cuartos de baño.
- 2) Los de las cocheras y partes de las construcciones sin terminar situadas a nivel del piso, que se utilicen como zonas de almacén o de trabajo.
- 3)
- 4) En exteriores.
- 5) Las galerías donde sólo se puede circular a gatas, cuando estén al nivel del piso o inferiores.
- 6) Sótanos sin acabados. Para los fines de esta Sección, se definen los sótanos sin acabado como las partes o zonas del sótano que no estén pensadas como habitaciones, limitadas a zonas de almacén, de trabajo o similar.
- 7) Cocinas. Cuando los receptáculos estén instalados en la superficie del mueble de cocina.
- 8) Fregaderos. Cuando los receptáculos estén instalados para servir aparatos eléctricos situados en las barras y situados a menos de 1,8 m del borde exterior del fregadero o superficie metálica que esté en contacto con el mismo.
- 9) Construcciones flotantes.

b) **Edificios que no sean viviendas.** Todos los receptáculos en instalaciones monofásicas de 120 V o 127 V y de 15 A y 20 A, instalados en los lugares que se especifican a continuación, deben proteger a las personas mediante interruptor con protección de falla a tierra:

- 1) Cuartos de baño.
- 2) Azoteas.
- 3) Cocinas
- 4) En exteriores con acceso al público
- 5) En exteriores, cuando se instalen de acuerdo a 210-63.

210-19. Conductores: Tamaño nominal del conductor y capacidad de conducción de corriente mínimos

a) **General.** Los conductores de los circuitos derivados deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la correspondiente a la carga máxima que alimentan. Además, los conductores de circuitos derivados de salidas múltiples que alimenten a receptáculos para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la correspondiente a la capacidad nominal del circuito derivado. Los cables armados cuyo conductor neutro sea más pequeño que los conductores de fase, deben marcarse de esa manera (indicando el tamaño del neutro).

Los conductores de circuitos derivados como están definidos en el Artículo 100, dimensionados para evitar una caída de tensión eléctrica superior a 3% en la salida más lejana que alimente a cargas de calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión eléctrica de los circuitos alimentadores y derivados hasta el receptáculo más lejano no supere 5%, proporcionarán una razonable eficacia de funcionamiento. Para la caída de tensión eléctrica de los conductores de los circuitos alimentadores, véase 2 15-2.

b) **Estufas y aparatos electrodomésticos de cocción.** Los conductores de los circuitos derivados de estufas domésticas, hornos montados en la pared y otros aparatos electrodomésticos de cocción, deben tener una capacidad de conducción de corriente no inferior a la nominal del circuito derivado y no inferior a la carga máxima que deban alimentar. Para estufas de 8,75 kW o más, la capacidad mínima del circuito derivado debe ser de 40 A.

Excepción 1: Los conductores en derivación para estufas eléctricas, hornos eléctricos montados en la pared y parrillas eléctricas montadas en la superficie del mueble de cocina, en circuitos de 50 A, deben tener una capacidad de conducción de corriente no inferior a 20 A y suficiente para las cargas que alimenten. Las derivaciones no deben ser más largas de lo necesario para que lleguen al equipo.

Excepción 2: Está permitido que el conductor neutro de un circuito derivado de tres conductores para alimentar una estufa eléctrica doméstica, parrillas eléctricas montadas en la superficie del mueble de cocina o para un horno montado en la pared, sea de menor tamaño que los conductores de fase cuando la demanda máxima de una cocina de 8,75 kW o más se haya calculado según la columna A de la Tabla 220-19, pero debe tener una capacidad de conducción de corriente no inferior a 70% de la capacidad nominal del circuito derivado y tamaño nominal no inferior a 5,26 mm² (10 AWG).

c) **Otras cargas.** Los conductores de circuitos derivados que suministren energía a cargas distintas de aparatos electrodomésticos de cocción, tal como se indica en el inciso anterior (b) y los contenidos en 210-2, deben tener una capacidad de conducción de corriente suficiente para las cargas conectadas y tamaño nominal no inferior a 2,08 mm² (14 AWG).

Excepción 1: Los conductores derivados para esas cargas deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que 15 A en los circuitos de capacidad nominal menor que 40 A, y no menor que 20 A en los circuitos de capacidad nominal de 40 A o 50 A, y sólo cuando esos conductores sirvan a cualquiera de las siguientes cargas:

- a. Portalámparas individuales o dispositivos individuales cuyos receptáculos no sobresalgan más de 457 mm de cualquier parte del casquillo o portalámparas.
- b. Artefactos con conductores de derivación.
- c. Tomas de corriente eléctrica individuales que no sean receptáculos, con derivaciones no mayores a 457 mm de largo.
- d. Electrodomésticos de calefacción industrial por lámparas de infrarrojos.
- e. Terminales no calentadoras de alfombras y cables derretidores de nieve y deshielo.

210-21. Dispositivos de salida. Los dispositivos de salida deben tener una capacidad nominal de conducción de corriente eléctrica no menor que la carga que van a alimentar y deben cumplir lo establecido en los siguientes incisos (a) y (b):

a) **Portalámparas.** Cuando estén conectados a un circuito derivado de más de 20 A nominales, los portalámparas deben ser del tipo para trabajo pesado. Un portalámparas para servicio pesado debe tener una potencia nominal no inferior a 600 W si es de tipo medio y no inferior a 750 W si es de cualquier otro tipo.

b) **Receptáculos**

1) Un receptáculo sencillo instalado en un circuito derivado individual, debe tener una capacidad nominal no menor que la de dicho circuito.

Excepción: Está permitido que un receptáculo instalado exclusivamente para usar un equipo de soldadura por arco conectado con cordón y clavija, tenga una capacidad nominal de corriente eléctrica no inferior a la capacidad de conducción de corriente mínima de los conductores del circuito derivado, determinada como se establece en 630-11(a) para las máquinas de soldar por arco con transformador de c.a. y rectificador de c.c., y en 630-21(a) para las máquinas de soldar por arco tipo motogenerador.

2) Cuando estén conectados a un circuito derivado que suministre energía, a dos o más receptáculos o salidas, un receptáculo no debe alimentar a una carga total de aparatos eléctricos conectados con cordón y clavija, que exceda el máximo especificado en la Tabla 210-21(b)(2).

3) Cuando se conecten a un circuito derivado, que alimente a dos o más receptáculos o salidas, la capacidad nominal de los receptáculos debe corresponder a los valores de la Tabla 210-21(b)(3) o, si es de más de 50 A, la capacidad nominal del receptáculo no debe ser inferior a la capacidad nominal del circuito derivado.

4) Se permite que la capacidad nominal de un receptáculo para estufa se base en la carga demandada de una sola estufa, tal como se especifica en la Tabla 220-1 9.

TABLA 21 0-21 (b) (2).- Carga máxima conectada a un receptáculo por medio de un cordón y clavija

Capacidad nominal del circuito (A)	Capacidad nominal del receptáculo (A)	Carga máxima (A)
15 o 20	15	12
20	20	16
30	30	24

TABLA 210-21(b) (3).- Capacidad nominal receptáculos en circuitos de diversa capacidad (A)

Capacidad nominal del circuito (A)	Capacidad nominal del receptáculo (A)
15	No más de 15
20	15 o 20
30	30
40	40 o 50
50	50

210-22. Cargas máximas. La carga total no debe exceder la capacidad nominal del circuito derivado y no debe exceder las cargas máximas especificadas en 2 10-22 (a) a (c), en las condiciones allí indicadas.

a) **Cargas operadas por motores y combinadas.** Cuando un circuito suministra energía sólo a cargas operadas por motores, debe aplicarse el Artículo 430. Cuando un circuito suministre energía sólo a equipo de aire acondicionado, de refrigeración o ambos, debe aplicarse el Artículo 440. En circuitos que suministren energía a cargas consistentes en equipo de utilización fijo con motores de más de 93,0 W (1/8 CP), junto con otras, la carga total calculada debe ser 125% de la carga del motor más grande, más la suma de todas las demás.

b) **Cargas inductivas de alumbrado.** Para los circuitos que suministren energía a equipo de alumbrado con balastros, reactores, transformadores o autotransformadores, la carga calculada debe basarse en la capacidad nominal total de dichas unidades y no en la potencia (W) total de las lámparas.

c) **Otras cargas.** La capacidad nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados que alimenten a cargas continuas, tales como el alumbrado de las tiendas y cargas similares, no debe ser inferior a la carga no continua más 125% de la carga continua. El tamaño nominal mínimo de los conductores del circuito derivado, antes de la aplicación de cualquier factor de ajuste, debe tener una capacidad de conducción de corriente igual o superior a la de la carga no continua más 125% de la carga continua.

Excepción: Los circuitos alimentados por un conjunto que, junto con sus dispositivos de protección contra sobrecorriente, estén aprobados para funcionamiento continuo a 100% de su capacidad nominal.

Se acepta aplicar factores de demanda para cargas de estufas de acuerdo con lo indicado en la Tabla 220-1 9, incluida la Nota 4.

210-23. Cargas permisibles. En ningún caso la carga debe exceder a la capacidad nominal del circuito derivado. Está permitido que un circuito derivado individual suministre energía a cualquier tipo de carga dentro de su valor nominal. Un circuito derivado que suministre energía a dos o más salidas o receptáculos, sólo debe alimentar a las cargas especificadas en los incisos (a) a (d) y resumidas en 210-24 y en la Tabla 210-24, de acuerdo con su clasificación.

a) **Circuitos derivados de 15 A y 20 A.** Se permite que los circuitos derivados de 15 A o 20 A alimenten a unidades de alumbrado, otros equipos de utilización o una combinación de ambos. La capacidad nominal de cualquier equipo de utilización conectado mediante cordón y clavija no debe superar 80% de la capacidad nominal del circuito derivado. La capacidad total del equipo de utilización fijo en su lugar, no debe superar el 50% de la capacidad nominal del circuito, cuando también se conecten a este circuito unidades de alumbrado, equipo de utilización no fijo conectado mediante cordón y clavija o ambos a la vez.

Excepción: Los circuitos derivados para aparatos electrodomésticos pequeños y el circuito derivado para lavanderías de las unidades de vivienda, especificados en 220-4(b) y (c), sólo deben alimentar a las salidas de receptáculos especificadas en dicha Sección.

b) **Circuitos derivados de 30 A.** Se permite que los circuitos derivados de 30 A suministren energía a unidades fijas de alumbrado con portalámparas de servicio pesado, en edificios que no sean viviendas o a equipo de utilización en cualquier edificio. La capacidad nominal de cualquier equipo de utilización conectado con cordón y clavija no debe exceder 80% de la capacidad nominal del circuito derivado.

c) **Circuitos derivados de 40 A y 50 A.** Se permite que un circuito derivado de 40 A o 50 A suministre energía a equipo de cocina fijo en cualquier edificio. En edificios que no sean viviendas, se permite que tales circuitos suministren energía a unidades de alumbrado fijas con portalámparas de servicio pesado, unidades de calefacción por infrarrojos u otros equipos de utilización.

d) **Circuitos derivados de más de 50 A.** Los circuitos de más de 50 A sólo deben suministrar energía a salidas que no sean para alumbrado.

210-24. Requisitos de los circuitos derivados-Resumen. En la Tabla 210-24 se resumen los requisitos de los circuitos que tengan dos o más salidas o receptáculos distintos a los circuitos de receptáculos indicados en 220-4(b) y (c), como se ha especificado anteriormente.

TABLA 210-24.- Resumen de requisitos de los circuitos derivados

Clasificación de circuito (A)	15	20	30	40	50
Conductores (tamaño o designación nominal mínimo mm ² -AWG):					
Conductores del circuito*	2,08(14)	3,31(12)	5,26(10)	3,37(8)	13,3(6)
Derivaciones	2,08(14)	2,08(14)	2,08(14)	3,31(12)	3,31(12)
Cables y cordones de artefactos eléctricos, véase 240-4					
Protección contra sobrecorriente (A)	15	20	30	40	50
Dispositivos de salida:					
Portalámparas permitidos	De cualquier Tipo	De cualquier Tipo	Servicio pesado	Servicio pesado	Servicio pesado
Valor nominal del receptáculo**	15 A máx.	15 A o 20 A	30 A	40 A o 50 A	50 A
Carga Máxima, en amperes (A)	15	20	30	40	50
Carga Permisible	Véase 210-23(a)	Véase 210-23(a)	Véase 210-23(b)	Véase 210-23(c)	Véase 210-23 (c)

* Estos tamaños se refieren a conductores de cobre.

** Para la capacidad de conducción de corriente de los artefactos eléctricos de alumbrado por descarga conectados con cordón y clavija, véase 410-30(c).

210-25. Circuitos derivados para zonas comunes. Los circuitos derivados en unidades de vivienda sólo deben suministrar energía a las cargas de esa unidad o a las asociadas únicamente con esa unidad. Los circuitos derivados necesarios para alumbrado, alarmas centrales, señales, comunicaciones u otras necesidades de zonas públicas o comunes de viviendas dúplex o multifamiliares, no deben conectarse a los equipos que suministren energía a una vivienda individual.

C. Salidas necesarias

210-50. Disposiciones generales. Las salidas de receptáculos deben instalarse como se especifica en 210-52 a 210-60.

a) **Cordón colgante.** Un conectador de cordón que esté soportado en un cordón colgante instalado permanentemente, se considera como salida para receptáculo.

b) **Conexiones de cordón.** Debe instalarse una salida para receptáculo siempre que se utilicen cordones flexibles con clavija de conexión. Cuando se permita que los cordones flexibles estén conectados permanentemente, se permite suprimir los receptáculos para dichos cordones.

c) **Salidas para aparatos electrodomésticos.** Las salidas para receptáculos instaladas en una vivienda con aparatos electrodomésticos específicos, tales como equipo de lavandería, deben instalarse a menos de 1,8 m del lugar definido para colocar el aparato electrodoméstico.

210-52. Salidas para receptáculos en unidades de vivienda

a) **Disposiciones generales.** En los cuartos de cocina, sala de estar, salas, salones, bibliotecas, cuartos de estudio, solarios, comedor, recibidor, vestíbulo, biblioteca, terraza, recámara, cuarto de recreo o cualquier habitación similar en unidades de vivienda, deben instalarse salidas para receptáculos de acuerdo con las disposiciones siguientes:

1) Separación. Las salidas para receptáculos deben instalarse de modo que ningún punto a largo de la línea del suelo de cualquier espacio de la pared esté a más de 1,8 m, medidos horizontalmente, de una salida para receptáculo en ese espacio.

2) Espacio de pared: Para los efectos de este Artículo debe entenderse "espacio de pared" lo siguiente:

a) Cualquier espacio de 60 cm o más de ancho inclusive el espacio que se mida al doblar las esquinas y no interrumpido por aberturas de puertas, chimeneas o similares.

b) El espacio ocupado por paneles fijos en la pared, excepto los deslizantes.

c) El espacio producido por divisores de ambiente fijos tales como mostradores independientes tipo bar o barandas.

3) Receptáculos de piso. Los receptáculos de piso no deben contarse como parte del número requerido de salidas de receptáculos, a menos que estén localizados a una distancia máxima de 45 cm de la pared.

b) **Aparatos electrodomésticos pequeños.** En la cocina, desayunador, comedor o áreas similares en las unidades de vivienda, se requiere de dos o más circuitos derivados de 20 A para aparatos electrodomésticos pequeños, según se especifica en 220-4(b), deben alimentar únicamente las salidas de receptáculos mencionados. Para la salida del receptáculo para conexión del refrigerador se permite instalar un circuito derivado independiente de 15 A o más.

c) **Receptáculos en mostradores y barras de cocina.** En las cocinas, cuartos de baño y comedores de las unidades de vivienda los receptáculos no deben instalarse con la cara hacia arriba en las superficies de trabajo. Los receptáculos no deben instalarse a más de 50 cm arriba del mostrador.

d) **Sótanos y cocheras.** En las viviendas unifamiliares, en cada sótano y en cada cochera adyacentes y en las cocheras independientes con instalación eléctrica, debe instalarse por lo menos una salida para receptáculo, además de la prevista para el equipo de lavandería. Véanse 210-8(a)(2) y 210-8(a)(4).

e) **Áreas de lavandería.** En unidades de vivienda debe instalarse por lo menos un receptáculo para el área de lavandería. Se debe instalar un circuito derivado independiente de 20 A para salida del receptáculo para conexión en al área de lavandería.

Excepción: En viviendas multifamiliares que cuenten con área de lavandería de uso general no se requiere receptáculo para lavandería en cada unidad habitacional.

f) En baños de unidades de vivienda debe instalarse cuando menos una salida para receptáculo de 20 A, en la pared cerca de cada lavabo, debiendo ésta contar con interruptor de circuito por falla a tierra, véase 210-8(a)(1).

- g) En exteriores de unidades de vivienda debe instalarse cuando menos una salida para receptáculo, véase 210-8(a)(3).

210-60. Habitaciones de huéspedes. Las habitaciones de huéspedes de los hoteles, moteles y edificios similares deben tener instaladas salidas para receptáculos según se indica en 210-52. Véase 210-8(b)(1).

Excepción: En las habitaciones de hoteles y moteles se permite que las salidas para receptáculos necesarias según lo establecido en 210-52(a), estén situadas del modo más cómodo para la instalación permanente de los muebles, siendo fácilmente accesibles.

210-62. Aparadores. Directamente por encima de un aparador debe instalarse por lo menos una salida para receptáculo por cada 3,7 m lineales o fracción del área del aparador, medidos horizontalmente en su parte más ancha.

210-63. Salidas para equipos de calefacción, aire acondicionado y refrigeración. Debe instalarse una salida para receptáculo monofásica de 120 V o 127 V y 15 A o 20 A en un lugar accesible para el servicio o mantenimiento de los equipos de calefacción, refrigeración y aire acondicionado en las azoteas, áticos y espacios de poca altura. La salida para receptáculo debe estar situada al mismo nivel y a una distancia dentro de los 760 mm del equipo de calefacción, refrigeración o aire acondicionado. La salida para receptáculo no debe conectarse del lado de la carga del medio de desconexión del equipo.

Excepción: Equipos en azoteas de viviendas unifamiliares y bifamiliares.

210-70. Salidas requeridas para alumbrado. Las salidas para alumbrado deben instalarse donde se especifica en 210-70(a), (b) y (c) siguientes:

a) **Unidad o unidades de vivienda.** En las unidades de vivienda, las salidas de alumbrado deben instalarse de acuerdo con (1), (2) y (3).

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

Excepción 1: En otros recintos diferentes de cocinas y cuartos de baño se permite uno o más receptáculos controlados mediante interruptor de pared en lugar de salidas de alumbrado.

Excepción 2: Se permite que las salidas de alumbrado estén controladas por sensores de presencia que:

(1) Sean complementarios a los interruptores de pared, o

(2) Estén localizados 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) **Lugares adicionales.** Se debe instalar al menos una salida de alumbrado controlada con un interruptor de pared, en pasillos, escaleras, garajes adjuntos y garajes separados con energía eléctrica y debe suministrarse iluminación en la parte exterior de entradas y salidas exteriores con acceso a nivel de piso. Una puerta vehicular en un garaje no debe considerarse como una entrada o salida exterior. Cuando estén instaladas salidas de alumbrado en escaleras interiores, debe haber un interruptor de pared al nivel de cada piso, para controlar la salida de alumbrado, en donde la diferencia entre los niveles de los pisos es de seis escalones o más.

Excepción: En pasillos, escaleras y accesos exteriores, se permite un control remoto, central o automático del alumbrado.

(3) **Espacios para almacenamiento o equipo.** En sótanos, espacios bajo el piso y cuartos de máquinas, debe instalarse al menos una salida para alumbrado con un interruptor o controlada por un interruptor de pared, en donde estos espacios se utilizan para almacenamiento o para contener equipo que requiere reparación. Al menos un punto de control debe estar en el punto habitual de entrada a estos espacios. La salida de alumbrado debe instalarse cerca del equipo que necesita reparación.

b) **Habitaciones de huéspedes.** En las habitaciones de huéspedes de los hoteles, moteles o inmuebles similares, debe haber al menos una salida para alumbrado o receptáculo controlada por un interruptor de pared.

Otros lugares. En los sótanos o espacios bajo el piso que albergan equipos que requieren reparación, tales como de calefacción, refrigeración o aire acondicionado, debe instalarse al menos una salida de alumbrado con 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 debe instalarse cerca del equipo que necesita reparación.

ARTICULO 215 – CIRCUITOS ALIMENTADORES

215-2. Capacidad nominal y tamaño mínimo del conductor. Los conductores de los alimentadores deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la necesaria para suministrar energía a las cargas calculadas de acuerdo a las partes B, C y D del Artículo 220. El tamaño nominal mínimo del conductor debe ser el especificado en los siguientes incisos (a) y (b) en las condiciones estipuladas. Los conductores alimentadores de una unidad de vivienda o de una casa móvil, no tienen que ser de mayor tamaño que los conductores de entrada de la acometida. Se permite utilizar lo indicado en la Sección 310-15(d) para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V y calcular el tamaño nominal de los conductores (Tablas 310-16 a 310-19).

a) Para circuitos especificados. La capacidad de conducción de corriente de los conductores del alimentador no debe ser inferior a 30 A, cuando la carga alimentada consista en alguno de los siguientes tipos de circuitos:

- (1) dos o más circuitos derivados de dos conductores conectados a un alimentador de dos conductores,
- (2) más de dos circuitos derivados de dos conductores, conectados a un alimentador de tres conductores,
- (3) dos o más circuitos derivados de tres conductores conectados a un alimentador de tres conductores, y
- (4) dos o más circuitos derivados de cuatro conductores conectados a un alimentador de tres fases, cuatro conductores.

b) Capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada de la acometida. La capacidad de conducción de corriente de los conductores del alimentador no debe ser inferior a la de los conductores de entrada de acometida cuando los conductores del alimentador transporten el total de la carga alimentada por los conductores entrada de acometida con una capacidad de conducción de corriente de 55 A o menos.

NOTA 1: Los conductores de alimentadores, tal como están definidos en el Artículo 100, con un tamaño nominal que evite una caída de tensión eléctrica superior a 1 3% en la toma de corriente eléctrica más lejana para fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas, y en los que la caída máxima de tensión eléctrica sumada de los circuitos alimentadores y derivados hasta la salida más lejana no supere 5%, ofrecen una eficacia de funcionamiento razonable.

NOTA 2: Para la caída de tensión eléctrica de los conductores de los circuitos derivados, véase 2 10-19(a).

215-3. Protección contra sobrecorriente. Los alimentadores deben estar protegidos contra sobrecorriente según lo establecido en la parte A del Artículo 240.

215-4. Alimentadores con neutro común

a) Alimentadores con neutro común. Se permite utilizar un neutro común en los alimentadores de dos o tres conductores o en alimentadores de dos grupos de cuatro conductores o cinco conductores.

NOTA: Véase 220-22.

b) En canalizaciones o envolventes metálicos. Cuando estén instalados en una canalización u otra envolvente metálica, todos los conductores del total de alimentadores con un neutro común deben estar encerrados en la misma canalización o envolvente, como se exige en 300-20.

215-5. Diagrama unifilar de alimentadores. Antes de la instalación de los circuitos alimentadores debe de elaborarse un diagrama unifilar que muestre los detalles de dichos circuitos. Este diagrama unifilar debe mostrar la superficie en metros cuadrados del edificio u otra estructura alimentada por cada alimentador; la carga total conectada antes de aplicar los factores de demanda; los factores de demanda aplicados; la carga calculada después de aplicar los factores de demanda; el tipo, tamaño nominal y longitud de los conductores utilizados y la caída de tensión de cada circuito derivado y circuito alimentador.

215-6. Medios de puesta a tierra de los conductores. Cuando un alimentador suministre energía a circuitos derivados que requieran conductores de puesta a tierra de equipo, el alimentador debe incluir o proveer un medio de puesta a tierra según lo establecido en 250-57, al que deben conectarse los conductores de puesta a tierra del equipo de los circuitos derivados.

215-7. Conductores no puestos a tierra derivados de sistemas puestos a tierra. Se permite derivar circuitos de c.c. de dos conductores 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 por falla a tierra. Se permite que los alimentadores que proporcionen energía a circuitos derivados de 15 A y 20 A para receptáculos estén protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra, en vez de lo establecido para tales interruptores en 2 10-8 y en el Artículo 305.

NOTA: Para protección contra riesgos de incendio de origen eléctrico, los alimentadores que proporcionan corriente eléctrica a circuitos derivados de 15 A y 20 A pueden protegerse por dispositivos de corriente residual, esto complementa la protección establecida en 2 10-8 y en el Artículo 305.

ARTICULO 220 – CALCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES

220-3. Cálculo de los circuitos derivados. Las cargas de los circuitos derivados deben calcularse como se indica en los siguientes incisos:

a) **Cargas continuas y no continuas.** La capacidad nominal del circuito derivado no debe ser inferior a la suma de la carga no continua más el 125% de la carga continua. El tamaño nominal mínimo de los conductores del circuito derivado, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección, debe permitir una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la de la suma de la carga no continua, más el 125% de la carga continua.

Excepción: Cuando el equipo, incluidos los dispositivos de protección contra sobrecorriente, esté aprobado para funcionamiento continuo a 100% de su capacidad nominal.

b) **Cargas de alumbrado por uso de edificios.** La carga mínima de alumbrado por cada metro cuadrado de superficie del piso, debe ser mayor o igual que la especificada en la Tabla 220-3(b) para edificios indicados en la misma. La superficie del piso de cada planta debe calcularse a partir de las dimensiones exteriores del edificio, unidad de vivienda u otras zonas afectadas. Para las unidades de vivienda, la superficie calculada del piso no debe incluir los patios abiertos, las cocheras ni los espacios inutilizados o sin terminar, que no sean adaptables para su uso futuro.

NOTA: Los valores unitarios de estos cálculos se basan en las condiciones de carga mínima y en un factor de potencia del 100% y puede ser que no provean la capacidad suficiente para la instalación considerada. Estos valores corresponden al cálculo de los circuitos derivados y no se contraponen con los valores de densidad de potencia eléctrica por concepto de alumbrado W/m² establecidos en la NOM-007-ENER Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales vigente.

TABLA 220-3(b).- Cargas de alumbrado general por tipo del inmueble

Tipo del inmueble	Carga unitaria (VA/m²)
Almacenes militares y auditorios	10
Bancos	35**
Bodegas	2,5
Casas de huéspedes	15
Clubes	20
Edificios de oficinas	35**
Edificios industriales y comerciales	20
Escuelas	30
Estacionamientos públicos	5
Hospitales	20
Hoteles y moteles, incluidos apartamentos sin cocina*	20
glesias	10
Juzgados	20
Peluquerías y salones de belleza	30
Restaurantes	20
Tiendas	30
Unidades de vivienda*	30

En cualquiera de las construcciones anteriores excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares:		
- Lugares de reunión y auditorios	10	
- Vestíbulo, pasillos, armarios, escaleras	5	
- Lugares de almacenamiento	2,5	
NOTAS:		
* Todas las salidas para receptáculos de uso general de 20 A nominales o menos, en unidades de vivienda unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares y en las habitaciones de los clientes de hoteles y moteles (excepto las conectadas a los circuitos de receptáculos de corriente eléctrica especificados en 220-4(b) y (c)), deben considerarse tomas para alumbrado general y en tales salidas no son necesarios cálculos para cargas adicionales.		
** Además debe incluirse una carga unitaria de 10 VA/m ² para las salidas de receptáculos de uso general cuando este tipo de salidas de receptáculos sea desconocido.		

c) Otras cargas-todas las construcciones. En todas las construcciones, la carga mínima de cada salida de uso general y receptáculos y salidas no utilizadas para alumbrado general, no debe ser menor que lo siguiente (las cargas utilizadas se basan en la tensión eléctrica nominal de los circuitos derivados):

- 1) Salida para un aparato electrodoméstico específico u otra carga, excepto para salida de motores: corriente eléctrica nominal en amperes del aparato electrodoméstico o carga conectada.
- 2) Salida de motor: véase 430-22 y 430-24 y Artículo 440.
- 3) Salida para luminarios empotrados: debe tener la máxima capacidad nominal en Volt-ampere (VA) para la que esté asignado dicho luminario.
- 4) Salida para portalámparas de trabajo pesado: debe considerarse carga mínima de 600 VA.
- 5) Rieles de alumbrado: véase 410-102.
- 6) Alumbrado para anuncios y de realce: debe considerarse carga mínima de 1 200 VA para cada circuito derivado requerido, especificado en 600-6(c).
- 7) Otras salidas*: debe considerarse carga mínima de 180 VA por salida.

Para salidas en receptáculos, cada receptáculo sencillo o múltiple instalado en el mismo puente debe considerarse a no menos de 180 VA.

*Esta disposición no debe aplicarse a las salidas para receptáculos conectados a los circuitos especificados en 220-4(b) y (c).

Excepción 1: Cuando se empleen receptáculos múltiples fijos, cada 1,50 m o fracción de cada tramo independiente y continuo, debe considerarse como una salida de capacidad no inferior a 180 VA, excepto si es probable que se vayan a utilizar varios aparatos electrodomésticos simultáneamente. En este caso, cada 30 cm o fracción, debe considerarse como salida de capacidad no inferior a 180 VA. Los requisitos de esta excepción no se aplican a unidades de viviendas o a habitaciones de huéspedes de hoteles o moteles.

Excepción 2: Para calcular la carga de las estufas eléctricas domésticas, se permite aplicar la Tabla 220-1 9.

Excepción 3: Por cada 305 mm de escaparate, medido horizontalmente a lo largo de su base, se permite una carga no inferior a 200 VA en vez de la unidad de carga especificada por salida.

Excepción 4: No deben tenerse en cuenta para los cálculos las cargas de las salidas para conmutadores telefónicos.

Excepción 5: Lo indicado en 220-18 se puede considerar como método permitido de cálculo de la carga de una o varias secadoras eléctricas domésticas de ropa.

d) Cargas para ampliación de las instalaciones existentes

1) Unidades de vivienda. 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 m² deben calcularse según el inciso anterior (b). Las cargas de circuitos nuevos o ampliados en unidades de vivienda con instalación anterior, deben calcularse según los incisos anteriores (b) o (c).

2) Inmuebles que no sean viviendas. Las cargas para circuitos nuevos o ampliados en inmuebles que no sean de viviendas, deben calcularse según los incisos anteriores (b) o (c).

220-4. Circuitos derivados requeridos. Los circuitos derivados para alumbrado y aparatos eléctricos, incluidos aparatos eléctricos operados por motor, deben estar previstos para las cargas calculadas según 220-3. Además deben instalarse circuitos derivados para las cargas no específicas, que no estén cubiertas por 220-3, si así lo exige esta Norma. Para aparatos electrodomésticos pequeños tal como se especifica en el siguiente inciso (b) y para lavanderías, tal como se indica en el inciso (c) siguiente.

a) **Número de circuitos derivados.** El número mínimo de circuitos derivados debe establecerse a partir de la carga total calculada y al tamaño o capacidad nominal de los circuitos utilizados. En todas las instalaciones, el número de circuitos debe ser suficiente para suministrar corriente eléctrica a la carga conectada. En ningún caso la carga de un circuito debe superar el máximo fijado en 2 10-22.

b) **Circuitos derivados para aparatos electrodomésticos pequeños en unidades de vivienda.** Además del número de circuitos derivados determinado según el anterior inciso (a), deben existir dos o más circuitos derivados de 20 A para aparatos electrodomésticos pequeños. Para todas las salidas de receptáculos especificadas en 210-52(b) para aparatos electrodomésticos pequeños.

c) **Circuitos derivados para lavanderías en unidades de vivienda.** Además del número de circuitos derivados determinado según los anteriores incisos (a) y (b), debe existir al menos otro circuito de 20 A para conectar las salidas de receptáculos para equipo de lavandería exigidas en 210-52(e). Este circuito no debe tener otras salidas.

d) **Equilibrio de cargas entre circuitos derivados.** Cuando se calcule la carga sobre la base de VA/m^2 , el sistema de alambrado hasta los tableros de alumbrado incluyendo éstos, deben contar con capacidad para alimentar cargas no inferiores a las calculadas. Esta carga debe distribuirse proporcionalmente entre los distintos circuitos derivados dentro del tablero de alumbrado, con varias salidas, que se inicien en los diferentes tableros de alumbrado. Sólo es necesario instalar dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados de acuerdo a la carga conectada.

220-1 0. Disposiciones generales

a) **Capacidad de conducción de corriente y cálculo de cargas.** Los conductores de los alimentadores deben tener una capacidad de conducción de corriente suficiente para suministrar energía a las cargas conectadas. En ningún caso la carga calculada para un alimentador debe ser inferior a la suma de las cargas de los circuitos derivados conectados, tal como se establece en la parte A de este Artículo y después de aplicar cualquier factor de demanda permitido en las Partes B, C o D.

NOTA: En cuanto a la carga máxima permitida (A), para elementos de alumbrado que funcionen a menos del 100% de su factor de potencia, véase 2 10-22(b).

b) **Cargas continuas y no continuas.** Cuando un alimentador suministre energía a cargas continuas o a una combinación de cargas continuas y no continuas, la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser menor que la carga no continua, más el 125% de la carga continua. El tamaño nominal mínimo de los conductores del alimentador, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección, debe permitir una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la de la carga no continua más el 125% de la carga continua.

Excepción: Cuando el equipo, incluidos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del alimentador, esté aprobado para funcionamiento continuo al 100% de su capacidad nominal, ni la capacidad nominal del dispositivo de sobrecorriente, ni la capacidad de conducción de corriente de los conductores del alimentador deben ser inferiores a la suma de la carga continua más la no continua.

220-11. Alumbrado general. Los factores de demanda de la Tabla 220-11 deben aplicarse a la parte de la carga total calculada para el alumbrado general. No deben aplicarse en el cálculo del número de circuitos derivados para alumbrado general.

NOTA: Para la aplicación de factores de demanda a circuitos de pequeños aparatos electrodomésticos y lavanderías en viviendas, véase 220-1 6.

TABLA 220-11.- Factores de demanda de cargas de alumbrado

Tipo de inmueble	Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda (%)
Almacenes	Primeros 12 500 o menos	100
	A partir de 12 500	50
Hospitales*	Primeros 50 000 o menos	40
	A partir de 50 000	20
Hoteles y moteles, incluyendo los	Primeros 20 000 o menos	50

bloques de apartamentos sin cocina*	De 20 001 a 100 000 A partir de 1 00000	40 30
Unidades de vivienda	Primeros 3 000 o menos	100
	De 3 001 a 120 000	35
	A partir de 120 000	25
Todos los demás	Total VA	100

* Los factores de demanda de esta Tabla no se aplican a la carga calculada de los alimentadores a las zonas de hospitales, hoteles y moteles en las que es posible que se deba utilizar todo el alumbrado al mismo tiempo, como quirófanos, comedores y salas de baile.

220-12. Alumbrado de aparadores. Para el alumbrado de aparadores debe incluirse una carga no inferior a 200 VA por cada 30 cm de aparador, medido horizontalmente a lo largo de su base.

NOTA: Para los circuitos derivados de escaparates, véase 220-3(c), Excepción 3.

220-1 3. Cargas para receptáculos en inmuebles que no sean de vivienda. En inmuebles que no sean de vivienda, se permite añadir a las cargas de alumbrado cargas para receptáculos de no más de 180 VA por salida, según 220-3(c)(7), sujetas a los factores de demanda de la Tabla 220-11 o también sujetas a los factores de demanda de la Tabla 220-13.

TABLA 220-1 3.- Factores de demanda para cargas de receptáculos que no son unidades de vivienda

Parte de la carga de receptáculos a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda (%)
Primeros 10 kVA o menos	100
A partir de 10 kVA	50

220-1 4. Motores. Las cargas de motores deben calcularse según se indica en 430-24, 430-25 y 430-26.

220-1 5. Calefacción eléctrica fija. Las cargas de calefacción eléctrica fija deben calcularse al 100% de la carga total conectada. No obstante, en ningún caso la capacidad de conducción de corriente de un alimentador debe ser inferior a la del circuito derivado conectado de mayor capacidad.

Excepción 1: Cuando resulten cargas menores en los conductores debido a que los equipos funcionen según ciclos, continua o intermitentemente o no funcionen todos a la vez, los conductores de suministro pueden tener una capacidad de conducción de corriente inferior a 100%, siempre que esa capacidad cubra todas las cargas así calculadas.

Excepción 2: Está permitido el uso opcional de los cálculos indicados en 220-30 y 220-31 para cargas de calefacción eléctrica fija en una unidad de vivienda. En viviendas multifamiliares se permite usar opcionalmente los cálculos indicados en 220-32.

220-1 6. Cargas de aparatos electrodomésticos pequeños y lavanderías en unidades de vivienda.

a) Cargas del circuito de aparatos electrodomésticos pequeños. En cada unidad de vivienda, la carga del alimentador debe calcularse a 1 500 VA por cada circuito derivado de dos conductores requerido en 220-4(b) para aparatos electrodomésticos pequeños conectados a receptáculos de 15 A o 20 A en los circuitos derivados de 20 A de la cocina, despensa, comedor y desayunador. Cuando la carga se subdivida entre dos o más alimentadores, la carga calculada para cada uno debe incluir no menos de 1 500 VA por cada circuito de dos conductores para aparatos electrodomésticos pequeños. Se permite que estas cargas se incluyan con la carga de alumbrado general y se apliquen los factores de demanda permitidos en la Tabla 220-11 para las cargas de alumbrado general.

b) Carga del circuito de lavandería. La carga del alimentador debe calcularse a no menos de 1 500 VA por cada circuito derivado de dos conductores para lavandería que se exija en 220-4(c). Se permite que estas cargas se incluyan con la carga de alumbrado general y se apliquen los factores de demanda permitidos en 220-11 para las cargas de alumbrado general.

220-1 7. Carga de aparatos electrodomésticos en unidades de vivienda. Se permite aplicar un factor de demanda de 75% de la capacidad nominal de cuatro o más aparatos electrodomésticos fijos que no sean estufas eléctricas, secadoras de ropa, equipo de calefacción eléctrica o de aire acondicionado, conectados al mismo alimentador en viviendas unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares.

220-18. Secadoras eléctricas de ropa en unidades de vivienda. La carga de secadoras eléctricas de ropa en unidades de vivienda, debe ser la mayor que las siguientes: 5 000 W (Volt-Ampere) o la potencia

nominal indicada en la placa de datos, para cada secadora conectada. Se permite aplicar factores de demanda indicados en la Tabla 220-18, para una o más secadoras.

TABLA 220-18.- Factores de demanda para secadoras domésticas de ropa

Número de secadoras	Factor de demanda, (%)
1	100
2	100
3	100
4	100
5	80
6	70
7	65
8	60
9	55
10	50
11-13	45
14-19	40
20-24	35
25-29	32,5
30-34	30
35-39	27,5
De 40 en adelante	25

220-1 9. Estufas eléctricas y otros aparatos electrodomésticos de cocción en unidades de vivienda. Se permite calcular el factor de demanda del alimentador para estufas eléctricas domésticas, hornos de pared y otros aparatos electrodomésticos de cocción, de capacidad nominal superior a 1,75 kW, según la Tabla 220-19. Cuando haya dos o más estufas eléctricas u otros electrodomésticos de cocción monofásicos conectados a un circuito trifásico de cuatro conductores, la carga total debe calcularse sobre la base del doble del número máximo conectado entre dos fases cualesquiera. Para las cargas calculadas en esta Sección, los kVA equivalen a kW.

TABLA 220-1 9.- Factores de demanda para estufas eléctricas domésticas, hornos de pared, parrillas eléctricas montadas en la superficie del mueble de cocina y otros aparatos electrodomésticos de cocción de más de 1,75 kW nominal (la columna A debe aplicarse en todos los casos, excepto los especificados en la Nota 3)

Número de aparatos electrodomésticos	Demanda máxima (véanse notas)	Factor de demanda por ciento (véase Nota 3)	
		Columna B (menos de 3 ½ kW nominales) (por ciento)	Columna C (de 3 ½ a 8 ¾ kW nominales) (por ciento)
1	8	80	80
2	11	75	65
3	14	70	55
4	17	66	50
5	20	62	45
6	21	59	43
7	22	56	40
8	23	53	36
9	24	51	35
10	25	49	34
11	26	47	32

12	27	45	32
13	28	43	32
14	29	41	32
15	30	40	32
16	31	39	28
17	32	38	28
18	33	37	28
19	34	36	28
20	35	35	28
21	36	34	26
22	37	33	26
23	38	32	26
24	39	31	26
25	40	30	26
26-30	15 más 1 por cada estufa	30	24
31-40		30	22
41-50	25 más 0,75 por cada estufa	30	20
51-60		30	18
De 61 en adelante		30	16

Observaciones a la Tabla 220-19

- 1.- Todas las estufas de más de 12 kW hasta 27 kW tienen el mismo valor nominal. Para las estufas individuales de más de 12 kW pero no más de 27 kW, debe aumentarse la demanda máxima de la columna A un 5% por cada kW adicional o fracción, por encima de los 12 kW.
- 2.- Las estufas de más de 8,75 kW hasta 27 kW son de distinto valor nominal. Para las estufas con potencia individual de más de 8,75 kW y de distinto valor nominal, pero que no superen 27 kW, debe calcularse un valor nominal medio, sumando los valores nominales de todas las estufas para obtener la carga total conectada (utilizando 12 kW por cada estufa de menos de 12 kW) y dividiendo el total por el número de estufas. Después debe aumentarse la demanda máxima de la columna A un 5% por cada kW o fracción por encima de 12 kW.
- 3.- De más de 1,75 kW hasta 8,75 kW. En lugar del método de la columna A, se permite añadir la potencia nominal de todos los aparatos electrodomésticos de cocción de más de 1,75 kW nominales, pero no más de 8,75 kW y multiplicar la suma por los factores de demanda de las columnas B o C, según el número de aparatos electrodomésticos. Cuando la potencia nominal de los aparatos electrodomésticos de cocción corresponda a las columnas B y C, deben aplicarse los factores de demanda de cada columna a los aparatos electrodomésticos de la misma y sumar los resultados.
- 4.- Carga del circuito derivado: es permisible calcular la carga del circuito derivado de una estufa según la Tabla 220-19. La carga del circuito de un horno de pared o de una estufa montadas en la superficie del mueble de cocina debe ser el valor de la placa de datos del aparato electrodoméstico. La carga de un circuito derivado de una estufa montadas en la superficie del mueble de cocina y no más de dos hornos de pared, conectados todos al mismo circuito derivado y situados en la misma cocina, debe calcularse sumando los valores de la placa de datos de cada aparato electrodoméstico y considerando ese total como equivalente a una estufa.
- 5.- Esta Tabla se aplica también a aparatos electrodomésticos de cocción de más de 1,75 kW utilizados en programas de instrucción.

220-20. Equipos de cocinas en inmuebles que no son unidades de vivienda. Las cargas de los equipos eléctricos de las cocinas comerciales, calentadores del agua de los lavaplatos, otros calentadores de agua y demás equipos de cocina, se deben calcular según la Tabla 220-20. Los factores de demanda de esta Tabla se aplican a todos los equipos de cocina controlados por termostato o de uso intermitente. No se aplican a equipos de calefacción eléctrica, ventilación o aire acondicionado.

No obstante, en ningún caso, la demanda del alimentador debe ser inferior a la suma de las dos mayores cargas de los equipos de cocina.

TABLA 220-20.- Factores de demanda de equipos de cocina en inmuebles que no son unidades de vivienda

Número de equipos	Factor de demanda (%)
1	100
2	100

	3	90
	4	80
	5	70
6 o más		65

220-21. Cargas no coincidentes. Cuando no sea probable que se utilicen simultáneamente dos cargas distintas, se puede omitir la más pequeña de las dos, al calcular la carga total del alimentador.

220-22. Carga del neutro del alimentador. La carga del neutro del alimentador debe ser el máximo desequilibrio de la carga determinado por este Artículo. La carga de máximo desequilibrio debe ser la carga neta máxima calculada entre el neutro y cualquier otro conductor de fase; excepto que la carga así obtenida, se debe multiplicar por 140% para sistemas de dos fases tres conductores o dos fases cinco conductores. En un alimentador para estufas eléctricas domésticas, hornos de pared y secadoras eléctricas, la carga máxima de desequilibrio se debe considerar al 70% de la carga en los conductores de fase, calculada según la Tabla 220-19 para las estufas y 220-18 para las secadoras. Para los sistemas de tres conductores de c.c. o monofásicos de c.a.; sistemas de tres fases cuatro conductores, dos fases tres conductores o dos fases cinco conductores, se debe calcular otro factor de demanda de 70% para la parte de la carga en desequilibrio superior a 200 A. No debe reducirse la capacidad de conducción de corriente del neutro en la parte de la carga que consista en cargas no lineales alimentadas con un sistema de tres fases cuatro conductores, conectado en estrella ni en el conductor puesto a tierra de un circuito de tres conductores que esté formado por el conductor neutro y dos fases de un sistema tres fases cuatro conductores conectado en estrella.

NOTA: Un sistema de tres fases cuatro conductores conectado en estrella utilizado para suministrar corriente eléctrica a cargas no lineales, puede requerir que el sistema esté proyectado de modo que permita que pasen por el neutro corrientes altas producidas por armónicos.

C. Cálculos opcionales para las cargas de alimentadores y acometidas

220-30. Cálculos opcionales: unidades de vivienda

a) Carga del alimentador y de la acometida. En unidades de vivienda cuya carga total conectada esté alimentada por un solo conjunto de tres conductores a 120/240 V, 127/220 V o 208Y/120 V en el alimentador o en la entrada de acometida con capacidad de conducción de corriente de 100 A o más, está permitido calcular las cargas del alimentador y de la acometida según la Tabla 220-30 en lugar del método especificado en la parte B de este Artículo. Se permite que los conductores de los alimentadores y de la entrada de acometida cuya demanda venga determinada por este cálculo opcional, tengan la carga del neutro determinada como se indica en 220-22.

TABLA 220-30.- Cálculos opcionales en unidades de vivienda (Carga en kVA)

La mayor de las cinco posibilidades siguientes:

- 1) 100% de la capacidad o capacidades nominales de la placa de datos de los equipos de aire acondicionado y refrigeración, incluidos los compresores de las bombas de calefacción.
- 2) 100% de la capacidad o capacidades nominales de los acumuladores eléctricos y otros sistemas de calefacción cuando se espera que la carga sea continua y del valor máximo de la placa de datos. Los sistemas acogidos a este inciso no deben figurar en ningún otro de esta Tabla.
- 3) 65% de la capacidad o capacidades nominales de los equipos de calefacción eléctrica central, incluida la calefacción suplementaria integrada en las bombas de calefacción.
- 4) 65% de la capacidad o capacidades nominales de los equipos de calefacción eléctrica si son inferiores a cuatro unidades controladas independientemente.
- 5) 40% de la capacidad o capacidades nominales de los equipos de calefacción eléctrica si son cuatro o más unidades controladas independientemente.

Más: 100% de los primeros 10 kVA de todas las demás cargas.

Más: 40% de todas las demás cargas.

b) Cargas. Las cargas a las que en la Tabla 220-30 se denomina "otras cargas" y "todas las demás cargas" son las siguientes:

- 1) 1 500 VA por cada circuito derivado de dos conductores y 20 A para aparatos electrodomésticos pequeños y cada circuito derivado para lavanderías, especificados en 220-1 6.
- 2) 30 VA/m² para alumbrado y receptáculos de uso general.

3) El valor nominal de la placa de datos de todos los aparatos electrodomésticos fijos, conectados permanentemente o colocados para conectarlos a un circuito dado, estufas, hornos de pared, secadoras de ropa y calentadores de agua.

4) El valor nominal en ampere (A) o en kilovolt-ampere (kVA) de todos los motores y de todas las demás cargas con bajo factor de potencia.

220-31. Cálculos opcionales de las cargas adicionales en las viviendas existentes. En las unidades de vivienda existentes, alimentadas actualmente por una instalación con acometida tres conductores a 120/240 V, 220Y/127 V o 208Y/120 V, se permite calcular las cargas como se indica en la Tabla 220-31.

TABLA 220-31.- Cálculo opcional de cargas adicionales en viviendas existentes

Carga (en kVA)	Por ciento de carga
Primeros 8	100
Resto de la carga	40

Los cálculos de cargas deben incluir alumbrado a 30 VA/m²; 1 500 VA por cada circuito de dos conductores para aparatos electrodomésticos pequeños; todos los circuitos derivados para lavadoras como se especifica en 220-16; las estufas u hornos de pared y otros aparatos electrodomésticos permanentemente conectados o fijos, a su valor nominal según la placa de datos.

Si se va a instalar equipo de aire acondicionado o de calefacción eléctrica, debe aplicarse la siguiente fórmula para saber si la acometida existente tiene capacidad suficiente:

Equipo de aire acondicionado*	100%
Equipo de calefacción central eléctrica*	100%
Menos de cuatro unidades de calefacción controladas independiente*	100%
Primeros 8 kVA de todas las demás cargas	100%
Resto de todas las demás cargas	40%

Las demás cargas incluyen:

1 500 VA por cada circuito de aparatos electrodomésticos de 20 A.

Alumbrado y aparatos electrodomésticos portátiles, 30 VA/m².

Estufas u hornos de pared y parrillas eléctricas montadas en la superficie del mueble de cocina.

Todos los demás aparatos electrodomésticos fijos en su lugar, incluidos cuatro o más aparatos electrodomésticos de calefacción controladas independiente; a la potencia nominal indicada en su placa de datos.

*Aplicar la mayor carga conectada para aire acondicionado o calefacción, pero no las dos.

220-32. Cálculos opcionales en viviendas multifamiliares

a) **Carga del alimentador o de la acometida.** Se permite calcular la carga del alimentador o de la acometida de una vivienda multifamiliar según se indica en la Tabla 220-32 en lugar de la Parte B de este Artículo, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- 1) Que ninguna unidad de vivienda esté alimentada por más de un circuito.
- 2) Que cada unidad de vivienda tenga equipo eléctrico de cocina.

Excepción: Cuando la carga calculada para viviendas multifamiliares sin electrodomésticos de cocción, según la parte B de este Artículo supere la calculada según la Parte C para igual carga, más los electrodomésticos de cocción (8 kW por unidad), se permite aplicar la menor de las dos cargas.

- 3) Que cada unidad de vivienda esté equipada con calefacción eléctrica, aire acondicionado o ambos.

Los conductores de los alimentadores y de las acometidas cuya carga de demanda venga determinada por este cálculo opcional, pueden tener la carga del neutro tal como se establece en 220-22.

- b) **Cargas en la vivienda.** Las cargas en la vivienda se deben calcular según la Parte B de este Artículo y se deben sumar a las cargas de unidades de viviendas calculadas según lo indicado en la Tabla 220-32.

TABLA 220-32.- Cálculo opcional de los factores de demanda de unidades multifamiliares con tres o más viviendas

Número de unidades de vivienda	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
De 62 en adelante	23

c) Cargas conectadas. Las cargas conectadas a las que se aplican los factores de demanda de la Tabla 220-32, deben incluir lo siguiente:

1) 1 500 VA por cada circuito derivado de dos conductores y 20 A para aparatos electrodomésticos pequeños y cada circuito derivado para lavanderías especificados en 220-16.

2) 30 VA/m² para alumbrado general y receptáculos de uso general.

3) El valor nominal de la placa de datos de todos los aparatos electrodomésticos fijos, conectados permanentemente o colocados para conectarlos a un circuito dado: estufas, hornos de pared, secadoras de ropa y calentadores de agua.

Si las resistencias eléctricas de los calentadores de agua están conectadas con un bloqueo de modo que no se pueden usar todas simultáneamente, se debe considerar que la carga máxima posible es la de la placa de datos del calentador.

4) El valor nominal en ampere (A) o en kilovolt-ampere (kVA) de todos los motores y todas las demás cargas con bajo factor de potencia.

5) La mayor de las cargas del equipo de aire acondicionado o de calefacción.

220-33. Cálculo opcional para viviendas dúplex. Cuando haya viviendas dúplex alimentadas por un solo alimentador y la carga calculada en la Parte B de este Artículo supere la de tres unidades idénticas calculada según se indica en 220-32, se permite usar la menor de las dos cargas.

220-34. Método opcional para escuelas. Se permite aplicar el cálculo de un alimentador o acometida para escuelas según se indica en la Tabla 220-34, en lugar de la Parte B de este Artículo, cuando esté equipada con calefacción eléctrica, aire acondicionado o ambos. La carga conectada a la que se aplican los factores de demanda indicados en la Tabla 220-34 debe incluir todas las cargas de alumbrado interiores y exteriores, fuerza, calentadores de agua, estufas, otras cargas y la mayor del aire acondicionado o calefacción eléctrica del edificio o estructura.

Se permite que los conductores de los alimentadores y acometidas cuya carga de demanda viene determinada por este cálculo opcional, tengan una carga al neutro determinada como se indica en 220-22. Cuando se calcule la carga del edificio o estructura por este método opcional, los alimentadores del edificio o estructura deben tener la intensidad nominal máxima que permite la parte B de este Artículo; no obstante, no se requiere que la capacidad de conducción de corriente de cada alimentador individual sea superior a la de todo el edificio. Esta Sección no se aplica a edificios con aulas portátiles.

TABLA 220-34.- Método opcional para calcular los factores de demanda de los conductores de alimentadores y de entrada de acometidas en escuelas y colegios

Carga conectada en VA/m ²	Factor de demanda (%)
Los primeros 30	100
Desde 30 hasta 200	75
Más de 200	25

220-35. Cálculos opcionales de cargas adicionales en instalaciones existentes. Para poder conectar cargas adicionales a los alimentadores y a las acometidas existentes, se permite aplicar las cifras de demanda real máxima para determinar la carga existente sobre un alimentador o una acometida, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- 1) Que existan datos de demanda máxima de todo un año.

Excepción: Si no existen datos de demanda máxima de todo un año, se permite que esos datos se basen en los amperes reales medidos continuamente durante un periodo mínimo de 30 días, en un amperímetro registrador conectado a la fase de mayor carga del alimentador o de la acometida. Para que los datos reflejen la demanda máxima verdadera del alimentador o de la acometida, deben ser tomados con el edificio ocupado y deben incluir por medición o por cálculo la mayor carga de los equipos de calefacción o aire acondicionado.

- 2) Que el 125% de la demanda máxima más la nueva carga, no supere la capacidad de conducción de corriente del alimentador o la capacidad de conducción de corriente de la acometida.

- 3) Que el alimentador tenga un dispositivo de protección contra sobrecorriente según se establece en 240-3 y que la acometida tenga protección contra sobrecargas como se indica en 230-90.

220-36. Cálculo opcional para restaurantes nuevos. Se permite hacer el cálculo de la carga del alimentador o de la acometida de un restaurante nuevo cuando el alimentador soporta la carga total, según se indica en la Tabla 220-36 en lugar de la Parte B de este Artículo.

La protección contra sobrecarga de los conductores de entrada de acometida debe cumplir lo establecido en 230-90 y 240-3.

No se requiere que los conductores del alimentador sean de mayor capacidad de conducción de corriente que los de la entrada de acometida.

Los conductores de entrada de acometida o del alimentador cuya carga venga determinada por este cálculo opcional, pueden tener la carga del neutro determinada como se indica en 220-22.

TABLA 220-36.- Método opcional-Factores de demanda de los conductores del alimentador y entrada de acometida de restaurantes nuevos

Carga total conectada (kVA)	Factor de demanda (%)	
	Todo eléctrico	No todo eléctrico
0-250	80	100
251-280	70	90
281-325	60	80
326-375	50	70
376-800	50	65
Más de 800	50	50

Nota: Para calcular la carga total conectada, sumar todas las cargas eléctricas, incluidas las de la calefacción y del aire acondicionado. De la tabla anterior elegir el factor de demanda a aplicar y multiplicar

la carga total conectada por ese factor de demanda.

ARTICULO 225-CIRCUITOS ALIMENTADORES Y DERIVADOS EXTERIORES

225-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos que deben cumplir los circuitos alimentadores y derivados exteriores tendidos sobre o entre edificios, estructuras o postes en las instalaciones, y de los equipos eléctricos y cableado para el suministro de los equipos de utilización, que estén situados o conectados al exterior de las construcciones, estructuras o postes.

Excepción: Circuito alimentador y derivados para celdas electrolíticas, de los que trata la Sección 668-3(c), Excepciones 1 y 4.

225-4. Aislamiento de los conductores. Cuando los conductores de circuitos ramales o alimentadores exteriores pasen a menos de 3 m de cualquier edificio u otra estructura que no sea poste o torre de soporte, los conductores deben estar aislados o cubiertos. Los conductores de los cables o las canalizaciones, excepto los cables de tipo MI, deben llevar forro elastomérico o termoplástico, y en los lugares mojados deben cumplir lo establecido en 310-8. Los conductores para alumbrado de ornato deben estar cubiertos con material elastomérico o termoplástico.

Excepción: Cuando esté permitido, los conductores de puesta a tierra de los equipos y los conductores puestos a tierra de los circuitos pueden estar desnudos o aislados, según lo que establezcan otras disposiciones de esta Norma.

225-6. Tamaño nominal mínimo de los conductores

a) **Claros aéreos.** Los conductores individuales en claros aéreos, a la vista, deben ser de tamaño nominal no menor que lo siguiente:

1) Para 600 V nominales y menos, conductores de cobre de 5,26 mm² (10 AWG), o de 13,3 mm² (6 AWG) en aluminio, para tramos hasta de 15 m de longitud y de cobre de 8,37 mm² (8 AWG) o de aluminio de 13,3 mm² (6 AWG) para tramos más largos.

Excepción: Cuando estén soportados por cables mensajeros.

2) Para más de 600 V nominales, conductores de cobre de 13,3 mm² (6 AWG) o de aluminio de 21,2 mm² (4 AWG) cuando estén solos y desnudos y de cobre de 8,37 mm² (8 AWG) o de aluminio de 13,3 mm² (6 AWG) cuando formen cables.

b) **Alumbrado de ornato.** Los conductores aéreos para alumbrado de ornato no deben ser inferiores de 3,31 mm² (12 AWG).

Excepción: Cuando estén soportados por cables mensajeros.

NOTA: Para los portalámparas exteriores, véase 225-24.

Definición. Se entiende por alumbrado de ornato una tira de luces exteriores suspendida entre dos puntos.

225-7. Equipo de alumbrado instalado en exteriores

a) **General.** Los circuitos derivados que alimentan equipos para alumbrado, instalado en exteriores deben cumplir lo establecido en el Artículo 210 y las siguientes disposiciones:

b) **Neutro común.** La capacidad de conducción de corriente del conductor neutro no debe ser inferior a la carga máxima neta calculada entre el neutro y todos los conductores de fase, conectados a cualquiera de las fases del circuito.

c) **277 V a tierra.** Se pueden emplear circuitos que excedan de 120 V o de 127 V nominales entre conductores y no superen 277 V nominales a tierra, para alimentar elementos para el alumbrado de zonas exteriores de edificios industriales, edificios de oficinas, escuelas, tiendas y otros edificios públicos o comerciales en los que los elementos de alumbrado estén a no menos de 910 mm de las ventanas, plataformas, salidas de emergencia y similares.

d) **600 V entre conductores.** Se pueden emplear circuitos que excedan los 277 V nominales a tierra y no superen los 600 V nominales entre conductores, para alimentar a equipo auxiliar de lámparas de descarga, según se indica en 210-6(d)(1).

225-8. Desconexión

a) **Medios de desconexión.** Los medios de desconexión de los circuitos derivados y de los fusibles de los alimentadores deben cumplir lo establecido en 240-40.

b) **Medios de desconexión de cada edificio o estructura.** Cuando haya más de un edificio o estructura en la misma propiedad, alimentados por la misma acometida, cada edificio o estructura debe tener los medios de desconexión de todos los conductores de fase en el lado de carga del medio de desconexión de la acometida.

Los medios de desconexión deben instalarse, ya sea en el interior o en el exterior del edificio o estructura correspondiente, en un lugar fácilmente accesible lo más cerca posible del punto de entrada de los conductores de la acometida.

Los medios de desconexión deben instalarse cumpliendo los requisitos indicados en 230-71 y 230-72.

Excepción 1: En las instalaciones industriales de varios edificios con gran capacidad alimentados por la misma acometida, cuando se asegure que la desconexión se puede realizar mediante el establecimiento y mantenimiento de procedimientos de interrupción seguros, se permite que los medios de desconexión estén situados en cualquier lugar de la instalación.

Excepción 2: Edificios u otras estructuras que cumplan lo establecido en el Artículo 685.

Excepción 3: Postes o grupos de postes utilizados como soportes de alumbrado, cuando el medio de desconexión esté situado remotamente.

Adecuados para equipo de acometida. Los medios de desconexión especificados en el anterior inciso (b) deben ser adecuados para usarlos como equipo de acometida

Excepción: Se permite como medio de desconexión en cocheras y en edificios exteriores residenciales, un desconectador de acción rápida o un conjunto de desconectadores de acción rápida de tres o cuatro vías, adecuados para su uso en circuitos derivados.

d) Identificación. Cuando un edificio o estructura esté alimentado por más de un circuito alimentador o derivado, o por una combinación de circuitos alimentadores, derivados y acometidas, en cada lugar de desconexión del circuito alimentador y en cada uno de los derivados, se debe instalar una placa de identificación permanente que indique todos los demás circuitos alimentadores, derivados y acometidas que suministren energía al edificio o estructura y a la zona cubierta por cada uno de ellos. Véase 230-2(b).

Excepción 1: No es necesaria la placa de identificación en instalaciones industriales de gran capacidad y en varios edificios bajo una sola administración, cuando se asegure que la desconexión se puede realizar mediante la instalación y mantenimiento de procedimientos de desconexión seguros.

Excepción 2: Esta identificación no es necesaria en circuitos derivados que van desde una unidad de vivienda a un segundo edificio o estructura

225-9. Protección contra sobrecorriente

a) **General.** La protección contra sobrecorriente de los circuitos alimentadores debe cumplir lo establecido en el Artículo 240 y la de los circuitos derivados debe cumplir lo establecido en 2-10-20.

b) **Accesibilidad.** Cuando no haya un dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito alimentador fácilmente accesible, se deben instalar estos dispositivos en los circuitos derivados en el lado de la carga, en un lugar fácilmente accesible y deben ser de menor capacidad nominal que el dispositivo de sobrecorriente del circuito alimentador.

225-10. Cableado de las construcciones. Se permite la instalación de cables exteriores sobre la superficie de las construcciones para circuitos de no más de 600 V nominales, tales como cables desnudos sujetos en aisladores, cables multiconductores como los tipos MC o MI, cables soportados por cables mensajeros, en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o ligero, en tubo (conduit) no metálicos tipo pesado, en soportes tipo charola para cables, en grupos de cables, canalizaciones, en canaletas auxiliares, en tubo (conduit) metálico flexible, en tubo (conduit) metálico y no metálico flexible a prueba de líquidos y en barras. Los circuitos de más de 600 V nominales deben instalarse como se prevé en 710-4. Los circuitos para anuncios y alumbrado de realce deben instalarse según el Artículo 600.

225-11. Entradas y salidas de los circuitos. Cuando los circuitos alimentadores o derivados en exteriores entran o salen de un edificio, se deben aplicar los requisitos establecidos en 230-52 y 230-54. Para los circuitos subterráneos, véase 225-23.

225-1 2. Soportes de los conductores desnudos. Los conductores desnudos deben estar soportados en aisladores de vidrio o de porcelana, en bastidores, abrazaderas o en aisladores tipo suspensión.

225-1 3. Soportes para series de alumbrado exterior. Si los tramos superan 12 m los conductores deben estar soportados por un cable mensajero y éste a su vez por aisladores tipo suspensión. Los conductores o los cables mensajeros no deben estar apoyados en ninguna salida de emergencia, bajadas ni en equipo de plomería.

225-1 4. Separación de los conductores desnudos

a) **De 600 V nominales o menos.** Los conductores de 600 V nominales o menos deben respetar las separaciones establecidas en la Tabla 230-51(c).

b) **De más de 600 V nominales.** Los conductores de más de 600 V nominales deben respetar las separaciones establecidas en la Parte D del Artículo 710.

c) **Separación de otros circuitos.** Los conductores desnudos deben estar separados no menos de 102 mm de los conductores desnudos de otros circuitos o instalaciones

d) **Conductores en postes.** Los conductores en postes, cuando no estén instalados en bastidores o por abrazaderas, deben tener una separación no inferior a 30 cm. Los conductores apoyados en postes deben tener una separación vertical sobre otros conductores horizontales no inferior a lo siguiente:

Conductores eléctricos bajo cables de comunicaciones	75 cm
Conductores eléctricos solos o sobre cables de comunicaciones	
De 300 V o menos	60 cm
De más de 300 V	75 cm
Cables de comunicaciones bajo conductores eléctricos	Igual que los conductores de energía
Cables de comunicaciones solos	Sin requisitos especiales

225-18. Distancia hasta el suelo. Los tramos aéreos de conductores desnudos y cables de varios conductores expuestos a la intemperie de no más de 600 V nominales, deben cumplir lo siguiente:

3,0 m sobre la cubierta del piso, aceras o cualquier plataforma o saliente desde los que se puedan alcanzar, cuando los conductores de alimentación estén limitados a 150 V a tierra y sean accesibles sólo a los peatones.

3,7 m sobre edificios residenciales y sus accesos y sobre las zonas comerciales no sujetas a tráfico de camiones, cuando la tensión eléctrica esté limitada a 300 V a tierra.

4,5 m en las zonas de **3,7 m**, cuando la tensión eléctrica supere 300 V a tierra.

5,5 m sobre calles, avenidas o carreteras públicas, zonas de estacionamiento con tráfico de camiones, accesos a lugares distintos de las construcciones residenciales y otros lugares atravesados por vehículos, como las zonas de cultivo, césped, bosques y huertos.

NOTA: Para la distancia vertical de seguridad a los conductores en instalaciones de más de 600 V nominales, puede consultarse el apéndice B2.

225-1 9. Distancias de las construcciones a conductores de no más de 600 V nominales

a) **Sobre los techados.** Los tramos aéreos de conductores desnudos y cables de varios conductores expuestos a la intemperie de no más de 600 V nominales, deben estar a una distancia vertical no inferior a 2,5 m por encima de la superficie de los techados. La distancia vertical sobre el nivel del techo se debe mantener a una distancia no inferior a 1 m del borde del techo en todas las direcciones.

Excepción 1: La zona 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 según las distancias establecidas en 225-1 8.

Excepción 2: Cuando la tensión eléctrica entre conductores no supere 300 V y el techo tenga una pendiente no inferior a 100 mm por cada 300 mm, se permite una reducción de la distancia a 1 m.

Excepción 3: Cuando la tensión eléctrica entre conductores no supere 300 V, se permite una reducción de la distancia únicamente sobre la parte que sobresalga del techo a no menos de 450 mm si (1) los conductores no pasan a más de 1,8 m y de 1,2 m en horizontal sobre la parte saliente del techo y (2) terminan en una canalización que atraviese el techo o en un apoyo aprobado.

Excepción 4: El requisito de mantener una distancia vertical de 1 m desde el borde del techo, no se debe aplicar al tramo final del conductor cuando éste está unido a un lateral del edificio.

b) Desde estructuras distintas de edificios o puentes. La distancia vertical, diagonal y horizontal a los anuncios, chimeneas, antenas de radio y televisión, depósitos y otras estructuras que no sean ni edificios ni puentes, no debe ser inferior a 1 m.

c) Distancia horizontal. La distancia horizontal no debe ser inferior a 1 m.

d) Tramos finales. Se permite sujetar al edificio los tramos finales de los cables de los circuitos alimentadores o de los circuitos derivados al edificio que suministran o desde el que toman la energía, pero deben mantenerse a no menos de 1 m de las ventanas que se puedan abrir, puertas, porches, balcones, escaleras, peldaños, salidas de emergencia o similares.

Excepción: Se permite que los conductores que pasan por encima de la parte superior de una ventana estén a menos de 1 m exigido anteriormente.

No se deben instalar conductores aéreos de circuitos alimentadores o derivados detrás de claros a través de los que se puedan pasar materiales, como los claros en granjas y en edificios comerciales, y no se deben instalar cuando obstruyan la entrada a esos claros.

e) **Zonas para escaleras de incendios.** En las construcciones de más de tres plantas o de 15 m 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 de ancho como mínimo, junto al edificio o que comience a no más de 2,5 m del edificio, para facilitar el uso de escaleras contra incendios cuando sea necesario.

NOTA: Para la distancia vertical de seguridad a los conductores en instalaciones de más de 600 V nominales, puede consultarse el apéndice B2.

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 230-50.

225-21. Cables multiconductores en las superficies externas de las construcciones. Los soportes para cables multiconductores en las superficies exteriores de las construcciones deben estar de acuerdo con lo establecido en 230-51.

225-22. Canalizaciones sobre las superficies externas de las construcciones. Las canalizaciones en las superficies externas de las construcciones deben ser herméticas a la lluvia y permitir que se drene el agua.

Excepción: Lo que se permite en 350-5.

225-25. Ubicación de lámparas en exteriores. Las lámparas para alumbrado exterior deben estar situadas por debajo de todos los conductores energizados, transformadores u otros equipos eléctricos de utilización.

Excepción 1: Cuando existan claros y otras medidas de seguridad.

Excepción 2: Cuando el equipo esté controlado por un medio de desconexión que se pueda bloquear en posición abierta.

225-26. Vegetación. La vegetación, como los árboles, no se debe utilizar como apoyo de los conductores aéreos.

Excepción: Las instalaciones provisionales, según lo establecido en el Artículo 305.

ARTICULO 240 – PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE

240-3. Protección de los conductores. Los conductores que no sean cordones flexibles y cables para artefactos eléctricos, se deben proteger contra sobrecorriente según su capacidad de conducción de corriente, como se especifica en 310-1 5, excepto los casos permitidos o exigidos de (a) a (k) siguientes:

a) **Riesgo de pérdida de energía.** No es necesaria la protección de los conductores contra sobrecarga, cuando la apertura del circuito podría crear un riesgo, por ejemplo en los circuitos magnéticos de una grúa de transporte de materiales o de bombas contra incendios, pero sí deben llevar protección contra cortocircuitos.

NOTA: Para información adicional para la instalación de bombas centrífugas contra incendio, véase apéndice B2.

b) **Dispositivos de 800 A nominales o menos.** Se permite usar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del valor nominal inmediato superior a la capacidad de conducción de corriente de los conductores que proteja, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

1) Que los conductores protegidos no formen parte de un circuito derivado de salidas múltiples que alimenten a receptáculos para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija;

2) Que la capacidad de conducción de corriente de los conductores no corresponda con la capacidad nominal de un fusible o interruptor, sin ajuste para disparo por sobrecarga encima de su valor nominal (pero está permitido que tenga otros ajustes de disparo o valores nominales).

3) Que el valor nominal inmediato superior seleccionado no supere 800 A.

c) **Dispositivos de más de 800 A.** Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente tenga una intensidad máxima de disparo de más de 800 A nominales, la capacidad de conducción de corriente de los conductores que protege debe ser igual o mayor que la capacidad nominal del dispositivo, tal como se define en 240-6.

d) **Conductores en derivación.** Se permite que los conductores en derivación estén protegidos contra sobrecorriente según se indica en 2 10-19 (c), 240-21, 364-11, 364-12 y 430-53(d).

Conductores en derivación: conductores derivados que se unen permanentemente a otros conductores principales o a ductos con barras o cajas de barras.

e) **Conductores para circuitos de aparatos eléctricos a motor.** Se permite que los conductores de los circuitos de aparatos eléctricos a motor estén protegidos contra sobrecorriente según se establece en las Partes B y D del Artículo 422.

f) **Conductores para circuitos de motores y de control de motores.** Se permite que los conductores de circuitos de motores y de control de motores estén protegidos contra sobrecorriente según se indica en las Partes C, D, E y F del Artículo 430.

g) **Conductores de alimentación de convertidores de fase.** Se permite que los conductores de alimentación de los convertidores de fase para cargas motorizadas y no motorizadas, estén protegidos contra sobrecorriente como se indica en 455-7.

h) **Conductores de circuitos para equipos de refrigeración y aire acondicionado.** Se permite que los conductores de los circuitos de equipo de refrigeración y aire acondicionado estén protegidos contra sobrecorriente como se indica en las Partes C y F del Artículo 440.

i) **Conductores del secundario de los transformadores.** Los conductores del secundario de un transformador monofásico (excepto los de dos conductores) y polifásicos (excepto los de conexión delta-delta tres conductores), no se consideran protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario. Los conductores alimentados desde el secundario de un transformador monofásico con dos conductores (una sola tensión eléctrica) o trifásico con conexión delta-delta con tres conductores (una tensión eléctrica), se permite que se protejan mediante el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario (lado del suministro) del transformador, siempre que esa protección cumpla lo establecido en 450-3 y no supere el valor resultante de multiplicar la capacidad de conducción de corriente del conductor del secundario por la relación de transformación del secundario al primario.

j) **Conductores de los circuitos de capacitores.** Se permite que los conductores de los circuitos de capacitores estén protegidos contra sobrecorriente como se indica en 460-8(b) y 460-25(a) a (d).

k) **Conductores de los circuitos para máquinas de soldar eléctricas.** Se permite que los conductores de circuitos para máquinas de soldar estén protegidos contra sobrecorriente como se indica en 630-12, 630-22 y 630-32.

240-4. Protección de los cordones flexibles y cables para artefactos eléctricos. Los cordones flexibles, incluidos los de tinsel y las extensiones, se deben proteger contra sobrecorriente según su capacidad de conducción de corriente, tal como se establece en las Tablas 400-5(a) y 400-5(b). Los cables para artefactos eléctricos se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con su capacidad de conducción de corriente, tal como se establece en la Tabla 402-5. Se permite como medio aceptable para proporcionar esta protección el dispositivo suplementario contra sobrecorriente que establece 240-10.

Excepción 1: Cuando un cordón flexible o tinsel aprobado y utilizado con un electrodoméstico específico aprobado o una lámpara portátil, se conecte a un circuito derivado del Artículo 210 según lo siguiente:

Circuitos de 20 A, cordón tinsel o cordón de 0,824 mm₂ (18 AWG) y mayor.

Circuitos de 30 A, cordón de 1,31 mm₂ (16 AWG) y mayor.

Circuitos de 40 A, cordón de 20 A y mayor. Circuitos de 50 A, cordón de 20 A y mayor.

Excepción 2: Cuando el cable del artefacto se conecte a un circuito derivado de 120 V, 127 V o más como se indica en el Artículo 210, de acuerdo con lo siguiente:

Circuitos de 20 A, 0,824 mm₂ (18 AWG) hasta 15,2 m de largo.

Circuitos de 20 A, 1,31 mm₂ (16 AWG) hasta 30,5 m de largo.

Circuitos de 20 A, 2,08 mm₂ (14 AWG) y mayor.

Circuitos de 30 A, 2,08 mm₂ (14 AWG) y mayor.

Circuitos de 40 A, 3,31 mm₂ (12 AWG) y mayor.

Circuitos de 50 A, 3,31 mm₂ (12 AWG) y mayor.

Excepción 3: Cuando un cordón flexible usado con extensiones aprobadas, se conecte a un circuito derivado del Artículo 210 según lo siguiente:

Circuitos de 20 A, 1,31 mm₂ (16 AWG) y mayor.

240-12. Coordinación de los sistemas eléctricos. Cuando se requiera una interrupción ordenada para minimizar el riesgo o riesgos para las personas y para el equipo, se permite un sistema de coordinación basado en las dos condiciones siguientes:

- 1) Protección coordinada contra cortocircuitos.
- 2) Indicación de sobrecarga mediante sistemas o dispositivos de supervisión.

La coordinación se define como la localización adecuada de una condición de falla para limitar las interrupciones de suministro a los equipos afectados, realizada mediante dispositivos selectivos de protección contra fallas.

NOTA: El sistema de supervisión puede hacer que esa situación produzca una alarma que permita tomar medidas correctivas o abrir ordenadamente el circuito, minimizando así los riesgos para las personas y daño para el equipo.

240-1 3. Protección de los equipos por falla a tierra. Se debe proteger a los equipos contra fallas a tierra de acuerdo con lo establecido en 230-95 para instalaciones eléctricas sólidamente conectadas a tierra y en estrella, de más de 150 V a tierra pero que no superen 600 V entre fases, para cada dispositivo individual utilizado como medio de desconexión a la red del edificio o estructura que sea de 1 000 A nominales o más.

Excepción 1: Las disposiciones de esta Sección no se aplican a los medios de desconexión de procesos industriales continuos, en los que la parada inesperada podría aumentar los riesgos o producir otros nuevos.

Excepción 2: Las disposiciones de protección contra fallas a tierra de esta Sección no se aplican a las bombas contra incendios.

B. Localización 240-20. Conductores no puestos a tierra

a) **Dispositivo de protección contra sobrecorriente.** Un fusible o la unidad de disparo por sobrecorriente de un interruptor, debe estar conectado en serie con cada conductor de fase. Una combinación de transformador de corriente y relevador de sobrecorriente se considera equivalente a la unidad de disparo por sobrecorriente.

NOTA: Para los circuitos de motores, véanse las Partes C, D, F y J del Artículo 430.

b) **Interruptor automático como dispositivo de sobrecorriente.** Los interruptores automáticos deben abrir todos los conductores de fase del circuito, a no ser que permitan otra cosa los siguientes incisos:

1) Excepto con las limitaciones establecidas en 210-4(b), se permiten los interruptores automáticos individuales unipolares con las manijas de disparo unidas o sin unir, como protección de cada uno de los conductores de los circuitos derivados multiconductores que suministran corriente eléctrica únicamente a cargas monofásicas.

2) En sistemas puestos a tierra se permiten interruptores automáticos individuales unipolares, con las manijas de disparo aprobadas como protección de cada uno de los conductores de fase, para cargas conectadas entre fases en circuitos monofásicos o en circuitos de c.c. de tres conductores.

3) Para cargas entre fases en sistemas de tres fases cuatro conductores o dos fases cinco conductores que tienen el neutro puesto a tierra y sin conductores que funcionen a tensiones eléctricas superiores a los permitidos en 210-6, se permiten interruptores automáticos individuales unipolares con manijas de disparo aprobados como protección de cada conductor de fase.

c) **Sistemas de distribución en anillo.** Como sustitutos de los fusibles o de interruptores automáticos, se permiten los dispositivos aprobados que ofrezcan una protección equivalente contra sobrecorriente en sistemas de distribución en anillo.

240-21. Localización en el circuito. El dispositivo de sobrecorriente debe conectarse a cada conductor de fase del circuito, del siguiente modo:

a) **Conductores de alimentadores y circuitos derivados.** Los conductores de los alimentadores y de los circuitos derivados deben estar protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente conectados en el punto en el que los conductores reciben la energía, excepto lo que se permita a continuación.

b) **Derivaciones no superiores a 3 m de largo.** Se permite conectar conductores en derivación, sin protección contra sobrecorriente en el punto de derivación, a un alimentador o al secundario de un transformador, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- 1) La longitud de los conductores en derivación no debe ser mayor que 3 m.
- 2) La capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación sea:
 - a. No inferior a la suma de cargas calculadas del circuito alimentado por los conductores en derivación, y
 - b. No inferior a la capacidad nominal del dispositivo alimentado por los conductores en derivación o no menor que la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente en el punto de la terminal de los conductores en derivación.
- 3) Los conductores en derivación no deben ir más allá del tablero de distribución, centro de carga, medio de desconexión o dispositivos de control a los que suministran energía.
- 4) Excepto en el punto de conexión con el circuito alimentador, los conductores en derivación van en una canalización que debe ir desde la derivación hasta el envolvente de cualquier tablero de distribución cerrado, tablero de control y alumbrado o hasta la parte posterior de un tablero de distribución abierto.
- 5) Para instalaciones de campo en las que los conductores en derivación salgan de la envolvente o bóveda en que se hace la derivación, la capacidad nominal del dispositivo de sobrecorriente en el lado del suministro de los conductores en derivación, no debe ser superior a 1 000% de la capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación.

NOTA: Para tableros de circuitos de alumbrado y aparatos eléctricos véase 384-16(a) y (d).

c) **Derivaciones de alimentadores no superiores a 8 m de largo.** Se permite conectar conductores en derivación, sin protección contra sobrecorriente en el punto de derivación, a un alimentador, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- 1) La longitud de los conductores en derivación no sea mayor que 8 m.
- 2) La capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación no sea menor que 1/3 de la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador de suministro.
- 3) Los conductores en derivación terminen en un solo interruptor automático o en un solo juego de fusibles que limite la carga a la capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación. Este dispositivo debe permitir instalar cualquier número de dispositivos adicionales de sobrecorriente en el lado de la carga.
- 4) Los conductores en derivación estén debidamente protegidos contra daño físico o en una canalización.

d) **Derivaciones de alimentadores para un transformador (el primario más el secundario no deben medir más de 8 m de largo).** Está permitido conectar conductores en derivación del alimentador del primario de un transformador, sin dispositivo de protección contra sobrecorriente en la derivación, cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- 1) La capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación no sea menor que 1/3 de la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador de suministro.
- 2) Los conductores que reciben corriente eléctrica del secundario del transformador deben tener una capacidad de conducción de corriente tal que, cuando se multiplica por la relación de transformación del secundario al primario, resulte como mínimo 1/3 de la capacidad nominal del dispositivo de sobrecorriente que protege a los conductores de alimentación.
- 3) La longitud total del conductor del primario más la del secundario, excluyendo cualquier parte del conductor del primario que esté protegida a su corriente eléctrica nominal, no sea superior a 8 m.
- 4) Los conductores del primario y del secundario estén adecuadamente protegidos contra daño físico.

5) Los conductores del secundario terminen en un solo interruptor o en un juego de fusibles que limiten la corriente eléctrica de la carga a un valor no superior a la capacidad de conducción de corriente del conductor permitida en 310-15.

e) Derivaciones de más de 7,62 m de largo. Se permite que conductores de más de 7,62 m de largo se deriven de un alimentador, en plantas industriales, con paredes de más de 10,67 m de alto, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que los sistemas son atendidos únicamente por personas calificadas. Los conductores en derivación sin dispositivo de protección contra sobrecorriente en la derivación, pueden tener no más de 7,62 m en la horizontal y no más de 30,5 m de longitud total, cuando se cumplan las siguientes condiciones:

1) La capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación no sea menor que 1/3 de la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador de suministro.

2) Los conductores en derivación terminen en un solo interruptor automático o un solo juego de fusibles que limite la carga a la capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación. Este dispositivo debe permitir instalar cualquier número de dispositivos adicionales de sobrecorriente en el lado de la carga.

3) Los conductores de la derivación estén debidamente protegidos contra daño físico o en una canalización.

4) Los conductores en derivación sean continuos de un extremo a otro, sin empalmes.

5) Los conductores en derivación sean de tamaño nominal de 13,3 mm² (6 AWG) de cobre o de 21,2 mm² (4 AWG) de aluminio.

6) Los conductores en derivación no atraviesen paredes, pisos o techos.

7) La derivación esté hecha a no menos de 9 m del piso.

f) Conexiones en derivación de los circuitos derivados. Se permite considerar protegidas a las conexiones en derivación a salidas individuales y a los conductores de un circuito que suministre energía a una sola estufa doméstica, por el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado, cuando cumplan los requisitos indicados en 210-19, 210-20 y 210-24.

g) Derivaciones de electroductos. Se permite que los electroductos y derivaciones de electroductos se protejan contra sobrecorriente como se indica en 364-10 a 364-13.

h) Derivaciones en circuitos de motores. Se permite que los conductores en derivación de los alimentadores y de los circuitos derivados de motores sean protegidos contra sobrecorriente como se indica en 430-28 y 430-53, respectivamente.

i) Conductores desde las terminales de un generador. Se permite que los conductores desde las terminales de un generador estén protegidos contra sobrecorriente como se indica en 445-5.

j) Conductores del secundario de un transformador de sistemas derivados separadamente para instalaciones industriales. Se permite que los conductores estén conectados al secundario de un transformador de un sistema derivado separadamente para instalaciones industriales, sin protección contra sobrecorriente en ese punto, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

1) La longitud de los conductores en derivación no sea mayor que 8 m.

2) La capacidad de conducción de los conductores secundarios no debe ser menor que la corriente secundaria del transformador y la suma de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no debe exceder la capacidad de conducción de los conductores del secundario del transformador.

3) Todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente estén agrupados.

4) Los conductores del secundario estén adecuadamente protegidos contra daño físico.

m) Derivaciones de alimentadores exteriores. Se permiten hacer conexiones en derivación en exteriores a partir del alimentador o del secundario de un transformador sin protección contra sobrecorriente en el punto de derivación, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

1) Los conductores estén debidamente protegidos contra daño físico.

2) Los conductores en derivación terminen en un solo interruptor automático o en un solo juego de fusibles que limite la carga a la capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación. Este dispositivo debe permitir instalar cualquier número de dispositivos adicionales de sobrecorriente en el lado de la carga.

- 3) Los conductores de la derivación estén instalados en el exterior, excepto en el punto terminal.
- 4) El dispositivo de sobrecorriente de los conductores forme parte integrante de un medio de desconexión o esté situado inmediatamente al mismo.
- 5) Los medios de desconexión de los conductores estén instalados en un lugar fácilmente accesible, ya sea fuera del edificio o estructura o en el punto más cercano de entrada de los conductores.
- n) **Conductores de acometida.** Se permite que los conductores en derivación de la acometida se protejan con dispositivos de sobrecorriente como se indica en 230-91.

240-24. Ubicación en las propiedades de los usuarios

a) **Fácilmente accesibles.** Los dispositivos de sobrecorriente deben ser fácilmente accesibles.

Excepción 1: Los electroductos, según se permite en 364-12.

Excepción 2: Los dispositivos de protección suplementaria contra sobrecorriente, tal como se describe en 240-10.

Excepción 3: Los dispositivos de sobrecorriente de la acometida, como se describe en 225-9(b) y 230-92.

Excepción 4: Los dispositivos de sobrecorriente instalados cerca de motores, aparatos electrodomésticos u otros equipos a los que suministren energía, pueden ser accesibles por medios portátiles.

b) **Fácil acceso de los ocupantes.** En un edificio, todos los ocupantes deben tener fácil acceso a todos los dispositivos de sobrecorriente que protejan a los alimentadores del edificio.

Excepción 1: En las construcciones con varios ocupantes en los que el servicio y el mantenimiento de la instalación eléctrica corren a cargo de la administración del edificio y esa instalación esté bajo supervisión continua de la administración del edificio, se permite que los dispositivos de protección contra sobrecorriente de la acometida y de los circuitos que suministran energía a más de uno de los ocupantes sean accesibles únicamente al personal autorizado por la administración.

Excepción 2: En las habitaciones de huéspedes de hoteles y moteles para su ocupación transitoria y que estén bajo la supervisión continua de la administración del edificio, se permite que los dispositivos de sobrecorriente sean accesibles únicamente al personal autorizado por la administración.

c) **No expuestos a daño físico.** Los dispositivos de sobrecorriente deben estar situados donde no queden expuestos a daño físico.

NOTA: Véase 110-11, Agentes deteriorantes.

d) **Alejados de materiales fácilmente combustibles.** Los dispositivos de sobrecorriente no deben estar colocados cerca de materiales fácilmente combustibles, como en muebles guardarropa.

e) **Fuera de los cuartos de baño.** En unidades de vivienda y en habitaciones de huéspedes de hoteles y moteles, los dispositivos de sobrecorriente que no sean los de protección suplementaria contra sobrecorriente, no deben estar situados en los cuartos de baño tal como se define en el Artículo 100.

C. Envoltentes

240-30. General. Los dispositivos de sobrecorriente deben estar encerrados en envolventes o cajas para cortacircuitos.

Excepción 1: Cuando formen parte de un conjunto que ofrezca una protección equivalente.

Excepción 2: Cuando vayan montados en tableros de distribución, tablero de alumbrado y control o tableros de control tipo abierto que estén en cuartos o cubiertas libres de humedad y de materiales fácilmente combustibles y que sean accesibles sólo a personal calificado.

Excepción 3: Se permite que la manija de accionamiento de un interruptor sea accesible sin necesidad de abrir ninguna puerta o tapa.

240-32. Lugares húmedos o mojados. Las cubiertas para dispositivos de sobrecorriente en lugares húmedos o mojados deben cumplir lo establecido en 373-2(a).

240-33. Posición vertical. Las cubiertas de dispositivos de sobrecorriente se deben montar en posición vertical.

Excepción: Cuando eso sea imposible y se cumpla con lo indicado en 240-81. D.

Desconexión y resguardo

240-40. Medios de desconexión para los fusibles. Se deben instalar medios de desconexión en el lado de suministro de todos los fusibles en circuitos de más de 150 V a tierra y en los fusibles de cartucho de

cualquier tensión eléctrica, cuando sean accesibles a personal no calificado, de modo que cada circuito protegido con fusible se pueda desconectar independientemente de la fuente de energía eléctrica.

Excepción 1: Un dispositivo instalado como limitador de corriente en el lado de la alimentación del medio de desconexión de la acometida, tal como se permite en 230-82.

Excepción 2: Se permite un solo medio de desconexión en el lado de la alimentación de más de un conjunto de fusibles, como establece en 430-112 para motores en grupo y en 424-22 para equipo fijo de calefacción eléctrica.

240-41. Partes que puedan formar arco eléctrico o moverse de repente. Las partes que puedan formar arco eléctrico o moverse de repente deben cumplir con las siguientes disposiciones:

a) **Localización.** Los fusibles e interruptores deben estar situados o blindados de manera que las personas que los manipulen no se quemen ni sufran otro tipo de daño.

b) **Partes que se mueven de repente.** Las manijas o palancas de los interruptores y otras partes similares que se pueden mover de repente de modo que pudieran herir a las personas que hubiera en la cercanía, deben estar resguardadas o separadas.

ARTICULO 250 – PUESTA A TIERRA

250-5. Sistemas y circuitos de c.a. que deben ser puestos a tierra. Los sistemas y circuitos de c.a. deben ser puestos a tierra, según se establece en los siguientes incisos:

NOTA: Un ejemplo de un sistema que puede ser puesto a tierra es una conexión en delta del transformador con un vértice puesto a tierra. Para el conductor que debe ser puesto a tierra, véase 250-25 (4).

a) **Circuitos de c.a. de menos de 50 V.** Los circuitos de corriente alterna de menos de 50 V se deben poner a tierra en cualquiera de las siguientes circunstancias:

1) Cuando estén alimentados por transformadores, si el sistema de suministro del transformador excede de 150 V a tierra.

2) Cuando estén alimentados por transformadores si el sistema que alimenta al transformador no está puesto a tierra.

3) Cuando estén instalados como conductores aéreos fuera de los inmuebles.

b) **Sistemas de c.a. de 50 V a 1 000 V.** Los sistemas de corriente alterna de 50 V a 1 000 V que suministren energía a instalaciones y a sistemas de alambrado de usuarios, deben estar puestos a tierra en cualquiera de las siguientes circunstancias:

1) Cuando el sistema puede ser puesto a tierra de modo que la tensión eléctrica máxima a tierra de los conductores no puestos a tierra no exceda 150 V.

2) Cuando en un sistema de tres fases y cuatro conductores conectado en estrella el neutro se utilice como conductor del circuito.

3) Cuando en un sistema de tres fases y cuatro conductores conectado en delta el punto medio del devanado de una fase se utilice como conductor del circuito.

4) Cuando un conductor de acometida puesto a tierra no esté aislado, según las excepciones de 230-22, 230-30 y 230-41.

Excepción 1: Los sistemas eléctricos usados exclusivamente para suministrar energía a hornos eléctricos industriales para fundición, refinado, templado y usos similares.

Excepción 2: Los sistemas derivados separadamente utilizados exclusivamente para rectificadores que alimenten sólo a motores industriales de velocidad variable.

Excepción 3: Los sistemas derivados separadamente alimentados por transformadores cuya tensión eléctrica nominal del primario sea inferior a 1 000 V, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

- a. Que el sistema se use exclusivamente para circuitos de control.
- b. Que las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personas calificadas atiendan la instalación.
- c. Que haya continuidad de la energía en el control.

-
- d. Que tengan instalados detectores de falla a tierra en el sistema de control.

Excepción 4: Los sistemas aislados, tal como lo permiten los Artículos 517 y 668.

NOTA: El uso de detectores de falla a tierra adecuados en sistemas no puestos a tierra, puede ofrecer mayor protección.

Excepción 5: Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia en la que la impedancia puesta a tierra, generalmente una resistencia, limite al mínimo el valor de la corriente eléctrica de falla a tierra. Se permiten sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia en instalaciones trifásicas de corriente alterna de 480 V a 1 000 V, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

a. Que las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personas calificadas atienden la instalación.

b. Que se requiera continuidad en la energía.

c. Que se instalen detectores de falla a tierra en el sistema.

d. Que el sistema no alimente cargas de línea a neutro.

c) **Sistemas de corriente alterna de 1 kV y más.** Los sistemas de c.a. que suministren energía a equipos móviles o portátiles, deben ser puestos a tierra como se especifica en 250-154. Si suministra energía a otros equipos que no sean portátiles, se permite que tales sistemas sean puestos a tierra. Cuando esos sistemas estén puestos a tierra, deben cumplir las disposiciones de este Artículo que les sean aplicables.

d) **Sistemas derivados separadamente.** Un sistema de alambrado de usuario cuya alimentación se deriva de los devanados de un generador, transformador o convertidor y no tenga conexión eléctrica directa, incluyendo un conductor del circuito sólidamente puesto a tierra, para alimentar conductores que se originan en otro sistema, sí debe ser puesto a tierra según lo anteriormente indicado en (a) o (b). Debe ser puesto a tierra como se indica en 250-26.

NOTA 1: Una fuente alterna de energía de corriente alterna, por ejemplo un generador, no es un sistema derivado separadamente si el neutro está sólidamente interconectado al neutro de la instalación que parte de una acometida.

NOTA 2: Para los sistemas que no son derivados separadamente y que no se exige que estén puestos a tierra como se especifica en 250-26, véase en 445-5 el tamaño nominal mínimo de los conductores que deben transportar la corriente eléctrica de falla.

250-6. Generadores portátiles y montados en vehículos

a) **Generadores portátiles.** No se exige que el armazón de un generador portátil sea puesto a tierra, y sí se permite que sirva como electrodo de puesta a tierra de una instalación alimentada por el generador, con las siguientes condiciones:

1) Que el generador alimente sólo al equipo montado en el propio generador o al equipo conectado a través de cordón y clavija en receptáculos montados en el generador, o ambas cosas.

2) Que las partes metálicas no conductoras del equipo y el conductor de puesta a tierra del equipo de las terminales de los receptáculos se unan a la armazón del generador.

b) **Generadores montados en vehículos.** Se permite que el chasis del vehículo sirva como electrodo de puesta a tierra del sistema alimentado por el generador montado en el vehículo, con las siguientes condiciones:

1) Que el armazón del generador esté conectado al chasis del vehículo, y

2) Que el generador alimente sólo a equipo montado sobre el vehículo o a equipo conectado a través de cordón y clavija en receptáculos montados en el vehículo o en el generador o a un equipo montado en el vehículo y otro conectado con cordón y clavija en receptáculos montados en el vehículo o en el generador.

3) Que las partes metálicas no conductoras del equipo y el conductor de puesta a tierra del equipo de las terminales de los receptáculos se unan a la armazón del generador.

4) Que el sistema cumpla todas las demás disposiciones de este Artículo.

c) **Unión del conductor neutro.** Un conductor neutro debe unirse al armazón del generador cuando el generador sea un componente de un sistema derivado separadamente. No se exige la unión al armazón del generador de ningún otro conductor, excepto el neutro.

NOTA: Para la puesta a tierra de generadores portátiles que alimenten a instalaciones fijas, véase 250-5(d).

250-7. Circuitos que no deben ser puestos a tierra. No deben ser puestos a tierra los siguientes circuitos:

- a) **Grúas.** Los circuitos de grúas eléctricas que funcionen sobre fibras combustibles en locales Clase III, como establece 503-1 3.
- b) **Instituciones de salud (clínicas y hospitales).** Los circuitos que establece el Artículo 517.
- c) **Celdas electrolíticas.** Los circuitos que establece el Artículo 668.

250-23. Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna alimentados desde una acometida

a) Conexiones de puesta a tierra del sistema. Un sistema de alambrado de los usuarios que se alimenta por medio de un sistema de acometida de corriente alterna puesto a tierra debe tener en cada acometida un conductor de electrodo de puesta a tierra el cual debe estar conectado al(los) electrodo(s) de puesta a tierra que cumpla(n) con lo establecido en la Parte H del Artículo 250. El conductor de electrodo de puesta a tierra debe estar conectado al conductor puesto a tierra de la acometida en cualquier punto accesible del lado de la carga de la acometida aérea o subterránea hasta, e incluyendo, la terminal o barra a la que esté conectado el conductor puesto a tierra de la acometida en el medio de desconexión de la acometida. Cuando el transformador de alimentación de la acometida esté situado fuera del edificio, se debe hacer como mínimo otra conexión de puesta a tierra desde el conductor puesto a tierra de la acometida hasta el electrodo de puesta a tierra, ya sea en el transformador o en cualquier otro punto fuera del edificio. No se debe hacer ninguna conexión de puesta a tierra a ningún conductor puesto a tierra de circuitos en el lado de la carga del medio de desconexión de la acometida.

NOTA: Véase 230-21.

Excepción 1: Un conductor para electrodo de puesta a tierra se debe conectar al conductor puesto a tierra de un sistema derivado separadamente según, lo establecido en 250-26(b).

Excepción 2: Se debe hacer una conexión a un conductor de puesta a tierra en cada edificio independiente cuando lo requiera la Sección 250-24.

Excepción 3: En las estufas, estufas montadas en barras, hornos montados en la pared, secadoras de ropa y equipo de medición, según lo permite 250-61.

Excepción 4: En las acometidas con doble conexión a la red (doble terminación) en un envolvente común o agrupadas en envolventes distintos con una conexión al secundario, se permite una sola conexión al electrodo de puesta a tierra del punto de conexión de los conductores puestos a tierra de cada fuente de alimentación.

Excepción 5: Cuando el puente de unión principal descrito en 250-53(b) y 250-79 sea un cable o una barra instalado (a) desde la barra o conexión del neutro a la barra terminal de puesta a tierra del equipo de la acometida, se permite que el conductor del electrodo de puesta a tierra se conecte a la barra terminal de puesta a tierra del equipo al que vaya conectado el puente de unión principal.

Excepción 6: Lo que se establece en 250-27 para conexiones de puesta a tierra de sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia.

b) Conductor puesto a tierra llevado al equipo de la acometida. Cuando un sistema de c.a. de menos de 1 000 V esté puesto a tierra en cualquier punto, el conductor puesto a tierra se debe llevar hasta cada medio de desconexión de acometida y debe unirse al envolvente de cada uno de ellos. Este conductor se debe llevar junto con los conductores de fase y no debe ser inferior al conductor del electrodo de puesta a tierra requerido en la Tabla 250-94 y, además, para los conductores de fase de acometidas de más de 1 100 kcmil (cobre) o 1 750 kcmil (aluminio), el tamaño nominal del conductor puesto a tierra no debe ser inferior a 12,5% del tamaño nominal mayor de los conductores de fase de las acometidas. Cuando los conductores de fase de entrada a la acometida vayan en paralelo, el tamaño nominal del conductor puesto a tierra se debe calcular sobre la base de una sección transversal equivalente para conductores en paralelo, como se indica en esta Sección.

NOTA: Para la puesta a tierra de conductores conectados en paralelo, véase 310-4.

Excepción 1: No se exige que el conductor puesto a tierra sea de tamaño mayor que el del mayor conductor de fase de entrada a la acometida que no vaya puesto a tierra.

Excepción 2: Lo que establece la Sección 250-27 para conexiones de puesta a tierra de sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia.

Excepción 3: Cuando haya más de un medio de desconexión de la acometida en un conjunto aprobado como equipo de acometida, debe llevarse un conductor puesto a tierra hasta ese conjunto y unirse al envolvente del equipo.

250-25. Conductor que se debe poner a tierra en sistemas de c.a. Para sistemas de c.a. en sistemas de alambrado de usuarios, el conductor que debe ser puesto a tierra es el que se especifica a continuación:

- 1) Sistemas monofásicos de dos conductores: un conductor.
- 2) Sistemas monofásicos de tres conductores: el conductor neutro.
- 3) Sistemas de varias fases con un conductor común a todas las fases: el conductor común.
- 4) Sistemas de varias fases en las que se requiera que una fase sea puesta a tierra: el conductor de una fase.
- 5) Sistemas de varias fases en las que una fase se utilice como la (2) anterior: el conductor neutro. Los conductores puestos a tierra deben identificarse como se especifica en el Artículo 200.

250-26. Puesta a tierra de los sistemas de c.a. derivados separadamente. Un sistema de c.a. derivado separadamente que requiera ser puesto a tierra, debe hacerse según se especifica a continuación:

a) Puente de unión. Se debe instalar un puente de unión, de tamaño nominal que cumpla lo establecido en 250-79 (d) para los conductores de fase derivados para conectar los conductores de puesta a tierra del equipo del sistema derivado al conductor puesto a tierra. Excepto como se permite en las Excepciones 4 o 5 de 250-23(a), esta conexión se debe hacer en cualquier punto del sistema derivado separadamente, desde su fuente hasta el primer medio de desconexión o dispositivo de protección contra sobrecorriente del sistema o en la fuente del sistema derivado separadamente que no tenga medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente.

Excepción 1: El tamaño nominal del puente de unión de un sistema que suministre energía a un circuito de Clase 1, Clase 2 o Clase 3 y que se derive de un transformador de no más de 1 000 VA nominal, no debe ser inferior al de los conductores de fase derivados y en ningún caso inferior a 2,08 mm² (14 AWG).

Excepción 2: Lo establecido en 250-27, 250-1 53 y 250-5(b), Excepción 5 para los requisitos de puesta a tierra de sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia.

b) Conductor del electrodo de puesta a tierra. Se debe utilizar un conductor del electrodo de puesta a tierra de tamaño nominal acorde con lo establecido en 250-94 para los conductores de fase derivados para conectar el conductor puesto a tierra del sistema derivado con el electrodo de puesta a tierra, como se especifica a continuación en (c). Excepto lo que se permite en 250-23(a), Excepción 4, esta conexión se debe hacer en cualquier punto del sistema derivado separadamente, desde su fuente hasta el primer medio de desconexión o dispositivo de protección contra sobrecorriente del sistema o en la fuente del sistema derivado separadamente que no tenga medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente.

Excepción 1: No es necesario un conductor hasta el electrodo de puesta a tierra en un sistema que suministre energía a circuitos de la Clase 1, Clase 2 o Clase 3 y se derive de un transformador de no más de 1 000 VA nominales, siempre que el conductor puesto a tierra del sistema se conecte a la estructura o al envolvente del transformador por medio de un puente de unión de tamaño nominal de acuerdo con lo indicado en 250-26, Excepción 1 para el anterior caso (a), y la estructura o el envolvente del transformador estén puestos a tierra por cualquiera de los medios especificados en 250-57.

Excepción 2: Lo establecido en 250-27, 250-1 53 y 250-5(b), Excepción 5, para los requisitos de puesta a tierra de sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia.

c) Electrodo de puesta a tierra. El electrodo de puesta a tierra debe ser lo más accesible posible y estar preferiblemente en la misma zona que la conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra al sistema. El electrodo de puesta a tierra debe ser: (1) el elemento metálico de la estructura o edificio más cercano puesto a tierra eficazmente o (2) la tubería metálica de agua puesta a tierra eficazmente que esté más cerca o (3) cuando no se disponga de los electrodos especificados en los anteriores incisos (1) y (2) deben usarse los electrodos especificados en 250-81 y 250-83.

NOTA: Para los requisitos de unión de los sistemas derivados separadamente, véase 250-80(a).

d) Métodos de puesta a tierra. En todos los demás aspectos, los métodos de puesta a tierra deben cumplir los requisitos establecidos en otras partes de esta norma.

250-32. Envolventes y canalizaciones de la acometida. Deben ser puestos a tierra los envolventes y canalizaciones metálicos de los conductores y el equipo de la acometida.

Excepción: Un codo metálico instalado en una instalación subterránea de tubo (conduit) rígido no metálico que esté aislado de posibles contactos con cualquier parte del codo por una cubierta de 457 mm, mínimo.

250-33. Envoltorios y canalizaciones para otros conductores. Deben ser puestos a tierra los envoltorios y canalizaciones metálicos para los conductores que no son de la acometida.

Excepción 1: No se requiere que sean puestos a tierra las canalizaciones y las cubiertas metálicas de conductores que se añaden a instalaciones existentes de línea abierta, y los cables de cubierta no metálica que no constituyen la puesta a tierra del equipo, si no tienen más de 8 m, si están libres de posibles contactos con tierra, metales puestos a tierra, rejillas metálicas u otro material conductor y protegidos contra el contacto de las personas.

Excepción 2: No se requiere que sean puestos a tierra las partes cortas de canalizaciones o cubiertas metálicas utilizadas como soporte o protección de cables contra daños físicos.

Excepción 3: No se requiere que sean puestos a tierra los envoltorios cuando no se exija en 250-43(i).

Excepción 4: Un codo metálico instalado en una instalación subterránea de tubo (conduit) rígido no metálico que esté aislado de posibles contactos con cualquier parte del codo por una separación mínima de 45 cm.

E. Puesta a tierra de los equipos

250-42. Equipo fijo o conectados de forma permanente. Las partes metálicas expuestas y no conductoras de corriente eléctrica del equipo fijo que no estén destinadas a transportar corriente y que tengan probabilidad de energizarse, deben ser puestos a tierra si se presenta cualquiera de las circunstancias mencionadas en los siguientes incisos:

a) **Distancias horizontales y verticales.** Si están a menos de 2,5 m en vertical o de 1,50 m en horizontal de tierra u objetos metálicos puestos a tierra y que puedan entrar en contacto con personas.

b) **Lugares mojados o húmedos.** Cuando estén instaladas en lugares mojados o húmedos y no estén aisladas.

c) **Contacto eléctrico.** Cuando estén en contacto eléctrico con metales.

d) **Áreas peligrosas (clasificadas).** Cuando estén en un área peligrosa (clasificada) de los cubiertos en los Artículos 500 a 517.

e) **Método de alambrado.** Cuando estén alimentados por medio de cables con forro metálico, recubiertos de metal, en canalizaciones metálicas u otro método de instalación que pueda servir de puesta a tierra del equipo, excepto lo que se permita en 250-33 para tramos cortos de envoltorios metálicos.

f) **De más de 150 V a tierra.** Cuando el equipo funcione con cualquier terminal a más de 150 V a tierra.

Excepción 1: Las cubiertas de desconectadores o interruptores automáticos de circuitos que se utilicen para medios que no sean de equipo de acometida y sólo sean accesibles a personal calificado.

Excepción 2: Carcasas metálicas de artefactos eléctricos de calefacción exentas por permiso especial, en cuyo caso las carcasas deben estar permanente y eficazmente aisladas de tierra.

Excepción 3: Equipo de distribución, como por ejemplo tanques de transformadores y de capacitores, montados en postes de madera y a una altura superior a 2,5 m sobre el nivel del suelo.

Excepción 4: No se requiere la puesta a tierra de equipo aprobado como protegido por un sistema de doble aislamiento o equivalente. Cuando se utilicen estos sistemas, el equipo debe estar claramente marcado.

250-43. Equipo fijo o conectado de forma permanente-específico. Deben ser puestos a tierra, independientemente de su tensión eléctrica nominal, las partes metálicas expuestas y no conductoras de corriente eléctrica del equipo descrito a continuación ((a) a (j)), y las partes metálicas no destinadas a conducir corriente eléctrica del equipo y de envoltorios descritas en (k) y (l):

a) **Armazones y estructuras de tableros de distribución.** Los armazones y estructuras de tableros de distribución en los que esté instalado equipo de interrupción.

Excepción: Los armazones de tableros de distribución de c.c. a dos conductores que estén eficazmente aislados de tierra.

b) **Órganos de tubos.** Las estructuras y carcasas de motores y generadores de órganos de tubos que funcionen con motor eléctrico.

Excepción: Cuando el generador esté eficazmente aislado de tierra y de su motor.

c) **Armazones de motores.** Los armazones de motores, como se establece en 430-142.

d) **Cubiertas de los controladores de motores.** Las cubiertas de los controladores de motores.

Excepción 1: Envoltentes conectados a equipo portátil no puesto a tierra.

Excepción 2: Las tapas continuas de interruptores de acción rápida.

e) **Grúas y elevadores.** Equipo eléctrico de grúas y elevadores.

f) **Estacionamientos públicos, teatros y estudios cinematográficos.** El equipo eléctrico de los estacionamientos públicos, teatros y estudios cinematográficos.

g) **Anuncios luminosos.** Los anuncios luminosos, alumbrado de realce y equipo asociado, como establece el Artículo 600.

h) **Equipo de proyección de películas.** El equipo de proyección de películas.

i) **Circuitos de control remoto, señalización y alarma contra incendios de energía limitada.** El equipo alimentado por circuitos de energía limitada de Clase 1 y los de control remoto y señalización de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 y los circuitos de alarma contra incendios, deben ser puestos a tierra cuando la puesta a tierra del sistema se exija en la Parte B de este Artículo.

j) **Luminarios.** Las luminarios, tal como se establece en la Parte E del Artículo 410.

k) **Bombas de agua operadas por motor.** Las bombas de agua operadas por motor, incluso las de tipo sumergible.

l) **Ademes metálicos de pozos.** Cuando se use una bomba sumergible con ademe metálico dentro de un pozo, el ademe se debe unir al conductor de puesta a tierra del circuito de la bomba.

250-44. Equipo no eléctrico. Deben ser puestos a tierra las partes metálicas del equipo no eléctrico descrito en los siguientes incisos:

a) **Grúas y elevadores.** Las estructuras y rieles metálicos de las grúas y de elevadores.

b) **Cabinas de elevadores.** Estructuras de cabinas de elevadores no eléctricos que contengan conductores eléctricos.

c) **Elevadores eléctricos.** Los cables metálicos manuales de elevación de elevadores eléctricos.

d) **Separaciones metálicas.** Las separaciones metálicas, rejillas y otros elementos metálicos similares alrededor de equipo de 1 kV y más entre conductores, excepto en subestaciones o bóvedas que sean únicamente accesibles a la compañía suministradora.

e) **Casas móviles y vehículos recreativos.** Las casas móviles y los vehículos recreativos, como se establece en los Artículos 550 y 551.

NOTA: Cuando haya partes metálicas en edificios que puedan quedar electrificadas y entrar en contacto con las personas, una adecuada unión y puesta a tierra ofrecen protección adicional.

250-45. Equipo conectado con cordón y clavija. En cualquiera de las condiciones descritas abajo, deben ser puestos a tierra las partes metálicas no conductoras de corriente eléctrica y expuestas de equipo conectado por cordón y clavija, las cuales pudieran energizarse:

a) **En áreas peligrosas (clasificadas).** En las áreas peligrosas (clasificadas) (véase los Artículos 500 a 517).

b) **De más de 150 V a tierra.** Cuando funcionen a más de 150

V a tierra. **Excepción 1:** Los motores, cuando estén protegidos.

Excepción 2: Las carcassas metálicas de artefactos eléctricos de calefacción, exentas por permiso especial, en cuyo caso las carcassas deben estar permanente y eficazmente aisladas de tierra.

Excepción 3: No requiere ser puesto a tierra equipo aprobado como protegido por un sistema de doble aislamiento o equivalente. Cuando se utilicen estos sistemas, el equipo debe estar claramente marcado.

c) **En construcciones residenciales.** En las construcciones residenciales:

(1) los refrigeradores, congeladores y artefactos eléctricos de aire acondicionado;

(2) las lavadoras, secadoras, lavavajillas, eliminadores de residuos de cocina, bombas de sumideros y equipo eléctrico de acuarios;

(3) las herramientas manuales a motor, las herramientas fijas a motor, las herramientas ligeras industriales a motor;

(4) los artefactos eléctricos a motor de los siguientes tipos: limpiadoras de pisos que se basen en agua, podadoras de césped, esparcidores de nieve y lavadores móviles;

(5) los luminarios portátiles.

Excepción: Las herramientas y artefactos eléctricos aprobados como protegidos por un sistema de doble aislamiento o equivalente. Cuando se utilicen estos sistemas, el equipo debe estar claramente marcado.

d) **En construcciones no residenciales.** En las construcciones no residenciales:

(1) los refrigeradores, congeladores y aparatos eléctricos de aire acondicionado;

(2) las lavadoras, secadoras, lavavajillas, computadoras electrónicas y equipo de proceso de datos, bombas de sumideros y equipo eléctrico de acuarios;

(3) las herramientas manuales a motor, las herramientas fijas a motor, las herramientas ligeras industriales a motor;

(4) los aparatos eléctricos a motor de los siguientes tipos: podadoras, esparcidores de nieve y lavadores móviles;

(5) los aparatos eléctricos conectados con cordón y clavija utilizados en locales húmedos o mojados por personas que permanecen de pie sobre el suelo o sobre suelos metálicos o que trabajan dentro de depósitos o calderas metálicas;

(6) las herramientas que se puedan utilizar en lugares mojados o conductores, y

(7) los luminarios portátiles.

Excepción 1: No es necesario que las herramientas y portalámparas portátiles que se puedan utilizar en lugares mojados o conductivos sean puestos a tierra cuando reciben energía a través de un transformador de aislamiento con el secundario no puesto a tierra y de no más de 50 V.

Excepción 2: Las herramientas manuales, herramientas a motor, herramientas fijas aprobadas a motor, herramientas industriales ligeras y aparatos eléctricos aprobados y listados como protegidos por un sistema de doble aislamiento o equivalente. Cuando se utilicen estos sistemas, el equipo debe estar claramente marcado.

250-46. Separación de los conductores de bajada de los pararrayos. Las canalizaciones, envolventes, estructuras y partes metálicas de equipo eléctrico que no transporten normalmente corriente eléctrica, se deben mantener alejadas 1,8 m como mínimo de los conductores de bajada de los electrodos de puesta a tierra de los pararrayos o deben unirse cuando la distancia a los conductores de bajada sea inferior a 1,8 m.

NOTA: Para el sistema de los electrodos de puesta a tierra de pararrayos, véase 250-86. Véanse también separación de los conductores de bajada de los pararrayos, en 800-13 y 820-10(f)(3).

250-51. Trayectoria efectiva de puesta a tierra. La trayectoria a tierra desde los circuitos, equipo y cubiertas metálicas de conductores debe ser:

(1) permanente y eléctricamente continua;

(2) de capacidad suficiente para conducir con seguridad cualquier corriente eléctrica de falla que pueda producirse, y

(3) de una impedancia suficientemente baja como para limitar la tensión eléctrica a tierra y facilitar el funcionamiento de los dispositivos de protección del circuito.

El terreno natural no se debe utilizar como el único conductor de puesta a tierra de equipo.

250-53. Trayectoria de puesta a tierra hasta el electrodo de puesta a tierra en la acometida

a) **Conductor al electrodo de puesta a tierra.** Debe usarse un conductor del electrodo de puesta a tierra para establecer la conexión entre el electrodo de puesta a tierra y los conductores de puesta a tierra de equipo, así como con los envolventes de equipo de acometida y, si el sistema está puesto a tierra, también con el conductor puesto a tierra de la acometida.

Excepción: Lo que establece 250-27 para conexiones de sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia.

NOTA: Para la puesta a tierra de los sistemas de corriente eléctrica alterna, véase 250-23(a).

b) **Puente de unión principal.** Para sistemas puestos a tierra debe usarse un puente de unión principal, sin empalmes, para conectar el (los) conductor(es) de puesta a tierra de equipo y el envolvente del medio de

desconexión de la acometida al conductor puesto a tierra del sistema en cada punto de desconexión de la acometida.

Excepción 1: Cuando haya más de un medio de desconexión de la acometida en un conjunto aprobado y listado para usarse como equipo de acometida, es necesario tender un conductor puesto a tierra hasta el equipo y unirlo al envolvente.

Excepción 2: Lo que se establece en 250-27 y 250-153 para sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia.

250-54. Electrodo común de puesta a tierra. Cuando se conecta un sistema de c.a. a un electrodo de puesta a tierra en, o a un edificio, tal como lo especifican 250-23 y 250-24, ese mismo electrodo de puesta a tierra se debe usar para la puesta a tierra de los envolventes y el equipo en o a ese edificio. Cuando al mismo edificio lleguen dos acometidas independientes y haya que conectarlas a un electrodo de puesta a tierra, se debe usar el mismo electrodo de puesta a tierra.

Dos o más electrodos de puesta a tierra eléctricamente unidos entre sí se deben considerar a este respecto, un solo electrodo de puesta a tierra.

250-55. Cable subterráneo de acometida. Cuando la acometida a un inmueble se realiza desde un sistema subterráneo basado en cables con cubierta metálica continua, la cubierta o armadura del cable de acometida, debe ponerse a tierra en el cable de neutro corrido (suministrador) y estar aislada de las canalizaciones metálicas interiores, tubería (conduit) o tubería metálica de agua.

250-57. Puesta a tierra de equipo fijo o conectado por un método de alambrado permanente (fijo). Cuando se requiera la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de equipo, canalizaciones u otros envolventes, se debe hacer por uno de los siguientes métodos:

Excepción: Cuando el equipo, las canalizaciones y envolventes estén puestos a tierra por la conexión al conductor puesto a tierra del circuito, tal como lo permiten 250-24, 250-60 y 250-61.

- Tipos de conductores de puesta a tierra de equipo. Todos los permitidos por 250-91(b).
- Con los conductores del circuito. Mediante el conductor de puesta a tierra de equipo instalado dentro de la misma canalización, cable o cordón o tendido de cualquier otro modo con los conductores del circuito. Se permiten conductores de puesta a tierra de equipo desnudos, cubiertos o aislados. Los conductores de puesta a tierra cubiertos o aislados individualmente deben tener un acabado exterior continuo, verde liso o verde con una o más franjas amarillas.

Excepción 1: Se permite que, durante la instalación, un conductor aislado o cubierto de tamaño nominal superior a 13,3 mm² (6 AWG), de cobre o de aluminio, se identifique permanentemente como conductor de puesta a tierra en sus dos extremos y en todos los puntos en los que el conductor esté accesible. Esta identificación se debe hacer por uno de los siguientes medios:

- Quitando el aislamiento o el recubrimiento en toda la parte expuesta.
- Pintando de verde el aislamiento o el recubrimiento expuesto, o
- Marcando el aislamiento o el recubrimiento expuesto con una cinta o etiquetas adhesivas de color verde.

Excepción 2: Se permite que, en los circuitos de c.c., el conductor de puesta a tierra de equipo se instale independiente de los conductores del circuito.

Excepción 3: Como se requiere en la Excepción de 250-50(a) y (b), se permite que el conductor de puesta a tierra de equipo se instale independiente de los conductores del circuito.

Excepción 4: Cuando las condiciones de mantenimiento y de supervisión aseguren que la instalación está atendida sólo por personal calificado, se permite identificar permanentemente durante la instalación uno o más conductores aislados en un cable multiconductor como conductores de puesta a tierra de equipo, en cada extremo y en todos los puntos en los que el conductor esté accesible, por los siguientes medios:

- Quitando el aislamiento o el recubrimiento en toda la parte expuesta.
- Pintando de verde el aislamiento o el recubrimiento expuesto.
- Marcando el aislamiento o el recubrimiento expuesto con una cinta o etiquetas adhesivas de color verde.

NOTA 1: Para los puentes de unión de equipo, véase 250-79.

NOTA 2: Para el uso de cordones con equipo fijo, véase 400-7.

250-59. Equipos conectados con cordón y clavija. Cuando se requiera que sean puestos a tierra, las partes metálicas no conductoras de equipo conectado con cordón y clavija deben ser puestos a tierra por alguno de los métodos indicados a continuación:

a) **A través de la envolvente metálica.** A través de la envolvente metálica de los conductores que suministran energía a dicho equipo, si se usa una clavija con terminal de puesta a tierra y tiene un contacto fijo para puesta a tierra, usado para la puesta a tierra de la envolvente y si la envolvente metálica de los conductores se sujeta al contacto de la clavija y al equipo mediante conectores aprobados.

Excepción: Se permite un contacto de puesta a tierra auto-armable en clavijas con terminal de puesta a tierra utilizadas en el extremo del cordón de aparatos eléctricos portátiles, accionados a mano o en herramientas manuales.

b) **A través del conductor de puesta a tierra de equipo.** A través del conductor de puesta a tierra de equipo instalado junto con los conductores de alimentación en un cable o cordón flexible debidamente terminado en una clavija con terminal de puesta a tierra, y un contacto de puesta a tierra fijo. Se permite que haya un conductor de puesta a tierra sin aislar, pero, si se aísla, el aislamiento debe ser de acabado exterior continuo y color verde, o verde con una o más franjas amarillas.

Excepción: Se permite un contacto de puesta a tierra auto-armable en clavijas con terminal de puesta a tierra utilizada en el extremo del cordón de aparatos eléctricos portátiles, accionados a mano o aparatos eléctricos y herramientas manuales.

c) **A través de un cable o alambre independiente.** A través de un cable flexible o alambre independiente, desnudo o aislado, protegido en la medida de lo posible contra daño físico, cuando forme parte del equipo.

250-61. Uso del conductor puesto a tierra para poner a tierra equipo

a) **Equipo del lado del suministro.** Se permite que el conductor puesto a tierra del circuito se utilice para la puesta a tierra de las partes metálicas y no conductoras de equipo, canalizaciones y otras envolventes en cualquiera de los lugares siguientes:

- 1) En el lado de alimentación del medio de desconexión de la acometida.
- 2) En el lado de alimentación del medio de desconexión de la acometida para distintos edificios, como se establece en 250-24.
- 3) En el lado de alimentación del medio de desconexión o del dispositivo de sobrecorriente de la acometida de un sistema derivado separadamente.

b) **Equipo del lado de la carga.** No se debe usar el conductor puesto a tierra para la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de equipo que haya en el lado de la carga del medio de desconexión de la acometida o en el lado de la carga del medio de desconexión o del dispositivo de sobrecorriente de un sistema derivado separadamente que no tenga un medio de desconexión principal.

Excepción 1: Las carcásas de estufas, hornos montados en la pared, estufas montadas en barras y secadoras de ropa en las condiciones permitidas por 250-60 para instalaciones ya existentes.

Excepción 2: Lo que permite 250-54 para edificios independientes.

Excepción 3: Se permite la puesta a tierra de los envolventes para medidores conectándolos al conductor puesto a tierra del circuito en el lado de la carga del medio de desconexión de la acometida, si:

- a. No hay instalado un dispositivo de protección contra fallas a tierra, y
- b. Todos los medidores están situados cerca del medio de desconexión de la acometida.
- c. El tamaño nominal del conductor puesto a tierra del circuito no es inferior a lo especificado en la Tabla 250-95 para los conductores de puesta a tierra de equipo.

Excepción 4: Lo que exigen 710-72(e)(1) y 710-74.

Excepción 5: Se permite la puesta a tierra de los sistemas de c.c. del lado de la carga del medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente, según Excepción de 250-22.

250-80. Puentes de unión de sistemas de tubería y de acero estructural expuesto

a) **Tubería metálica para agua.** Un sistema de tubería interior metálica para agua se debe conectar al envolvente del equipo de acometida, al conductor puesto a tierra de la acometida, al conductor del electrodo de puesta a tierra cuando tenga tamaño nominal suficiente o a uno o más de los electrodos de puesta a tierra de la instalación. El puente de unión debe tener un tamaño nominal de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-94 y estar instalado según 250-92(a) y (b). Los puntos de unión del puente deben ser accesibles.

Excepción: En edificios de varios departamentos en los que el sistema interior de tubería metálica para agua de cada departamento esté aislado metálicamente de los demás por medio de tubería no metálica, se permite que la tubería interior para agua de cada departamento vaya unida al panel de alumbrado y control o al envolvente del tablero de distribución de ese departamento (distinto del equipo de acometida). El tamaño nominal del puente de unión debe ser como se establece en la Tabla 250-95.

Cuando exista un sistema derivado separadamente que use un electrodo de puesta a tierra, como se especifica en 250-26(c)(3), se debe conectar al conductor de puesto a tierra de cada sistema derivado separadamente en el punto más cercano posible del sistema de tubería metálica interior para agua de la zona a la que suministra energía el sistema derivado separadamente. El conductor de unión debe tener un tamaño nominal de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-94 y estar instalado según 250-92(a) y (b). Los puntos de unión del conductor de unión deben ser accesibles.

b) **Otros sistemas de tubería metálica.** Los sistemas de tubería metálica interior que pueden quedar energizadas, deben unirse al envolvente del equipo de acometida, al conductor de acometida puesto a tierra, al conductor del electrodo de puesta a tierra cuando tenga tamaño nominal suficiente o a uno o más de los electrodos de puesta a tierra de la instalación.

Se permite utilizar como medio de unión el conductor de puesta a tierra de equipo del circuito que pueda energizar la tubería.

NOTA: Se puede tener mayor seguridad, si se une entre sí toda la tubería metálica y conductos de aire del edificio.

c) **Acero estructural.** El acero estructural interior expuesto que se conecta para formar la estructura de acero de un edificio, que no es puesto a tierra intencionadamente y que puede quedar energizado, se debe conectar al envolvente del equipo de acometida, al conductor puesto a tierra de la acometida, al conductor del electrodo de puesta a tierra cuando tenga tamaño nominal suficiente o a uno o más de los electrodos de puesta a tierra de la instalación. El puente de unión debe tener un tamaño nominal de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-94 e instalarse de acuerdo con lo establecido en 250-92(a) y (b). Los puntos de unión del puente de unión deben ser accesibles.

250-83. Electrodos especialmente construidos. Cuando no se disponga alguno de los electrodos especificados en 250-81, debe usarse uno o más de los electrodos especificados en los incisos a continuación, en ningún caso el valor de resistencia a tierra del sistema de electrodos de puesta a tierra debe ser superior a 25 Ω.

Cuando sea posible, los electrodos de puesta a tierra construidos especialmente deben enterrarse por debajo del nivel de humedad permanente. Los electrodos de puesta a tierra especialmente construidos deben estar libres de recubrimientos no conductores, como pintura o esmalte. Cuando se use más de un electrodo de puesta a tierra para el sistema de puesta a tierra, todos ellos (incluidos los que se utilicen como electrodos de puesta a tierra de pararrayos) no deben estar a menos de 1,8 m de cualquier otro electrodo de puesta a tierra o sistema para puesta a tierra. Dos o más electrodos de puesta a tierra que estén efectivamente conectados entre sí, se deben considerar como un solo sistema de electrodos de puesta a tierra.

a) **Sistema de tubería metálica subterránea de gas.** No se debe usar como electrodo de puesta a tierra un sistema de tubería metálica subterránea de gas.

b) **Otras estructuras o sistemas metálicos subterráneos cercanos.** Otras estructuras o sistemas metálicos subterráneos cercanos, como tubería y tanques subterráneos.

c) **Electrodos de varilla o tubería.** Los electrodos de varilla y tubo no deben tener menos de 2,4 m de longitud, deben ser del material especificado a continuación y estar instalados del siguiente modo:

1) Los electrodos de puesta a tierra consistentes en tubería o tubo (conduit) no deben tener un tamaño nominal inferior a 19 mm (diámetro) y, si son de hierro o acero, deben tener su superficie exterior galvanizada o revestida de cualquier otro metal que los proteja contra la corrosión.

2) Los electrodos de puesta a tierra de varilla de hierro o de acero deben tener como mínimo un diámetro de 16 mm. Las varillas de acero inoxidable inferiores a 16 mm de diámetro, las de metales no ferrosos o sus equivalentes, deben estar aprobadas y tener un diámetro no inferior a 13 mm.

3) El electrodo de puesta a tierra se debe instalar de modo que tenga en contacto con el suelo un mínimo de 2,4 m. Se debe clavar a una profundidad no inferior a 2,4 m excepto si se encuentra roca, en cuyo caso el electrodo de puesta a tierra se debe clavar a un ángulo oblicuo que no forme más de 45° con la vertical, o enterrar en una zanja que tenga como mínimo 800 mm de profundidad. El extremo superior del electrodo de puesta a tierra debe quedar a nivel del piso, excepto si el extremo superior del electrodo de puesta a tierra y la conexión con el conductor del electrodo de puesta a tierra están protegidos contra daño físico, como se especifica en 250-117.

d) Electrodos de placas. Los electrodos de puesta a tierra de placas deben tener en contacto con el suelo un mínimo de 0,2 m² de superficie. Los electrodos de puesta a tierra de placas de hierro o de acero deben tener un espesor mínimo de 6,4 mm. Los electrodos de puesta a tierra de metales no ferrosos deben tener un espesor mínimo de 1,52 mm.

e) Electrodos de aluminio. No está permitido utilizar electrodos de aluminio.

250-84. Resistencia de electrodos de varillas, tubería y placas. Un electrodo que consista en una varilla, tubería o placa, debe tener una resistencia a tierra de 25 Ω o menor una vez enterrado. En caso de que la resistencia a tierra sea mayor que 25 Ω debe complementarse con uno o más electrodos adicionales de cualquiera de los tipos especificados en 250-81 o 250-83 hasta obtener este valor de resistencia permisible. Cuando se instalen varios electrodos de barras, tubos o placas para cumplir los requisitos de esta Sección se deben colocar a una distancia mínima de 1,8 m entre sí y deben estar efectivamente conectados entre sí. El valor de la resistencia a tierra de los electrodos no debe ser mayor que 25 Ω para casas habitación, comercios, oficinas o locales considerados como de concentración pública.

NOTA: La instalación en paralelo de varillas de más de 2,4 m aumenta la eficiencia si se separan más de 1,8 m.

250-86. Sistema de electrodos de puesta a tierra de pararrayos. No se deben utilizar conductores de puesta a tierra de pararrayos, ni tubos, varillas u otros electrodos de puesta a tierra fabricados utilizados para poner a tierra las bajadas de los pararrayos, en sustitución de los electrodos de puesta a tierra indicados en 250-83 para la puesta a tierra de sistemas eléctricos y de equipo. Esta disposición no impide cumplir los requisitos de unión de los electrodos de puesta a tierra de diversos sistemas.

NOTA 1: Para la separación de los conductores de bajada de los pararrayos con otros elementos metálicos, véase 250-46. Para la unión de sistemas de electrodos de puesta a tierra, véanse 800-40(d), 810-21(j) y 820-40(d).

NOTA 2: Si se interconectan todos los electrodos de puesta a tierra de distintos sistemas, se limita la diferencia de potencial entre ellos y entre sus correspondientes sistemas de alambrado.

250-93. Tamaño nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra para c.c. En los siguientes incisos se fijan los tamaños nominales de los conductores del electrodo de puesta a tierra de una instalación de c.c.

a) No debe ser de tamaño nominal inferior al del neutro. Cuando un sistema eléctrico de c.c. consista en un circuito balanceado de tres conductores o un devanado de equilibrio con protección contra sobrecorriente, como se establece en 445-4(d), el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser de tamaño nominal inferior al del neutro.

b) No debe ser de tamaño nominal inferior al del conductor más grande. En instalaciones de c.c. distintas a las del anterior inciso (a), el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser de tamaño nominal inferior al del conductor de mayor tamaño nominal del suministro de energía.

c) No debe ser inferior a 8,37 mm² (8 AWG). En ningún caso el conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser inferior a 8,37 mm² (8 AWG) de cobre o de 13,3 mm² (6 AWG) de aluminio.

Excepciones a los anteriores (a) a (c):

a. Cuando esté conectado a electrodos fabricados como se indica en 250-83(c) o (d), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituya la única conexión con dicho electrodo sea superior a 13,3 mm² (6 AWG) de cobre o 21,2 mm² (4 AWG) de aluminio.

b. Cuando esté conectado a un electrodo empotrado en concreto, como se indica en 250-81(c), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituya la única conexión con dicho electrodo sea superior a 13,3 mm² (6 AWG) de cobre o 21,2 mm² (4 AWG) de aluminio.

c. Cuando esté conectado a un anillo de tierra como se indica en 250-81(d), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituya la única conexión con dicho electrodo sea de mayor tamaño nominal que el conductor utilizado en el anillo de tierra.

250-94. Tamaño nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra en instalaciones de c.a. El tamaño nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra de una instalación de c.a. puesta o no puesta a tierra, no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 250-94.

Excepción:

a. Cuando esté conectado a electrodos fabricados como se indica en la Sección 250-83(c) o (d), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituye la única conexión con dicho electrodo, sea superior a 13,3 mm² (6 AWG) de cobre o 21,2 mm² (4 AWG) de aluminio.

b. Cuando esté conectado a un electrodo empotrado en concreto, como se indica en 250-81(c), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituye la única conexión con dicho electrodo sea superior a 21,2 mm² (4 AWG) de cobre.

c. Cuando esté conectado a un anillo de tierra como se indica en 250-81(d), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituye la única conexión con dicho electrodo sea de mayor tamaño nominal que el conductor utilizado en el anillo de tierra.

TABLA 250- 94.- Conductor del electrodo de tierra de instalaciones de c.a.

Tamaño nominal del mayor conductor de entrada a la acometida o sección equivalente de conductores en paralelo (AWG o kcmil)	Tamaño nominal del conductor al electrodo de puesta a tierra mm ² (AWG o kcmil)		
Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
33,6 (2) o menor	53,5 (1/0) o menor	8,37 (8)	13,3 (6)
42,4 o 53,5 (1 o 1/0)	67,4 o 85,0 (2/0 o 3/0)	13,3 (6)	21,2 (4)
67,4 o 85,0 (2/0 o 3/0)	4/0 o 250 kcmil	21,2 (4)	33,6 (2)
Más de 85,0 a 177 (3/0 a 350)	Más de 127 a 253 (250 a 500)	33,6 (2)	53,5 (1/0)
Más de 177 a 304,0 (350 a 600)	Más de 253 a 456 (500 a 900)	53,5 (1/0)	85,0 (3/0)
Más de 304 a 557,38 (600 a 1100)	Más de 456 a 887 (900 a 1750)	67,4 (2/0)	107 (4/0)
Más de 557,38 (1100)	Más de 887 (1750)	85,0 (3/0)	127 (250)

Cuando se usen varios grupos de conductores de entrada a la acometida, como permite la Sección 230-40 Excepción 2, la sección transversal equivalente del mayor conductor de entrada a la acometida se debe calcular por la mayor suma de las secciones transversales de los conductores de cada grupo.

Cuando no haya conductores de entrada a la acometida, la sección transversal del conductor al electrodo de puesta a tierra se debe calcular por la sección transversal equivalente del mayor conductor de entrada a la acometida de acuerdo con la corriente eléctrica de carga calculada.

Véanse las restricciones de instalación en 250-92(a).

NOTA: Para el tamaño nominal del conductor de puesta a tierra de una instalación de c.a. conectado con el equipo de la acometida, véase 250-23(b).

250-95. Tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo. El tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo, de cobre o aluminio, no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 250-95.

Cuando haya conductores en paralelo en varias canalizaciones o cables, como se permite en 310-4, el conductor de puesta a tierra de equipo, cuando exista, debe estar instalado en paralelo. Cada conductor de puesta a tierra de equipo instalado en paralelo debe tener un tamaño nominal seleccionado sobre la base de la corriente eléctrica nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente que proteja los conductores del circuito en la canalización o cable, según la Tabla 250-95.

Cuando el tamaño nominal de los conductores se ajuste para compensar caídas de tensión eléctrica, los conductores de puesta a tierra de equipo, cuando deban instalarse, se deben ajustar proporcionalmente según el área en mm² de su sección transversal.

Cuando sólo haya un conductor de puesta a tierra de equipo con varios circuitos en el mismo tubo (conduit) o cable, su tamaño nominal debe seleccionarse de acuerdo con el dispositivo de sobrecorriente de mayor corriente eléctrica nominal de protección de los conductores en el mismo tubo (conduit) o cable.

Si el dispositivo de sobrecorriente consiste en un interruptor automático de disparo instantáneo o un protector de motor contra cortocircuitos, como se permite en 430-52, el tamaño nominal del conductor de puesta a tierra de equipo se puede seleccionar de acuerdo con la capacidad nominal del dispositivo de protección del motor contra sobrecarga, pero no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 250-95.

Excepción 1: Un conductor de puesta a tierra de equipo no debe ser menor que 0,824 mm² (18 AWG) de cobre y no menor que el tamaño nominal de los conductores del circuito y que forme parte de cables de aparatos eléctricos, según se establece en 240-4.

Excepción 2: No es necesario que el conductor de puesta a tierra de equipo sea de mayor tamaño nominal que el de los conductores de los alimentadores de equipo.

Excepción 3: Cuando se use como conductor de puesta a tierra de equipo un tubo (conduit) o armadura o blindaje de cable, como se establece en 250-51, 250-57(a) y 250-91(b).

TABLA 250-95.- Tamaño nominal mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. Sin exceder de:	Tamaño nominal mm ² (AWG o kcmil)	
	(A)	Cable de cobre	Cable de aluminio
15	2,08 (14)	---
20	3,31 (12)	---
30	5,26 (10)	---
40	5,26 (10)	---
60	5,26 (10)	---
100	8,37 (8)	13,3 (6)
200	13,3 (6)	21,2 (4)
300	21,2 (4)	33,6 (2)
400	33,6 (2)	42,4 (1)
500	33,6 (2)	53,5 (1/0)
600	42,4 (1)	67,4 (2/0)
800	53,5 (1/0)	85,0 (3/0)
1 000	67,4 (2/0)	107 (4/0)
1 200	85,0 (3/0)	127 (250)
1 600	107 (4/0)	177 (350)
2 000	127 (250)	203 (400)
2 500	177 (350)	304 (600)
3 000	203 (400)	304 (600)
4 000	253 (500)	405 (800)
5 000	354,7 (700)	608 (1 200)
6 000	405 (800)	608 (1 200)

Véase limitaciones a la instalación en 250-92(a)

Nota: Para cumplir lo establecido en 250-51, los conductores de puesta a tierra de los equipos podrían ser de mayor tamaño que lo especificado en esta Tabla.

250-112. Al electrodo de puesta a tierra. La conexión de un conductor del electrodo de puesta a tierra con el electrodo de puesta a tierra correspondiente, debe ser accesible y estar hecha de tal manera que asegure una puesta a tierra eficaz y permanente. Cuando sea necesario asegurar esta conexión a una instalación de tubería metálica utilizada como electrodo de puesta a tierra, se debe hacer un puente de unión efectivo alrededor de las juntas y secciones aisladas y alrededor de cualquier equipo que se pueda desconectar para su reparación y sustitución. Los conductores de unión deben ser lo suficientemente largos como para permitir el desmontaje de dichos equipos, manteniendo la integridad de la unión.

Excepción: No es necesario que sea accesible una conexión enterrada con un electrodo de puesta a tierra empotrado en concreto, hundido o enterrado.

250-114. Continuidad y conexión de los conductores de puesta a tierra de equipo a cajas. Cuando entren en una caja o tablero dos o más conductores de puesta a tierra de equipo, todos esos conductores deben empalmarse o unirse dentro de la caja o a la caja, con accesorios adecuados a ese uso. No deben hacerse conexiones que dependan únicamente de soldadura. Los empalmes deben hacerse según se indica en 110-14(b), excepto el aislamiento, que no es necesario. La instalación de las conexiones de puesta a tierra debe hacerse de forma tal que la desconexión o desmontaje de una conexión, aparato eléctrico u otro dispositivo que reciba energía desde la caja, no impida ni interrumpa la continuidad de puesta a tierra.

Excepción: No es necesario que el conductor de puesta a tierra de equipo, tal como se permite en la Excepción 4 de 250-74, esté conectado a los otros conductores de puesta a tierra de equipo ni a la caja.

a) Cajas metálicas. Se debe hacer una conexión entre el conductor o conductores de puesta a tierra de equipo y la caja metálica, por medio de un tornillo de puesta a tierra que no debe utilizarse para otro uso o de un dispositivo aprobado y listado para puesta a tierra.

b) Cajas no metálicas. Cuando lleguen a una caja de empalmes no metálica uno o más conductores de puesta a tierra de equipo, se deben instalar de manera que puedan conectarse a cualquier herraje o dispositivo de la caja que deba ponerse a tierra.

250-115. Conexión a los electrodos. El conductor de puesta a tierra se debe conectar al electrodo de puesta a tierra mediante soldadura exotérmica, zapatas, conectores a presión, abrazaderas u otros medios aprobados. No deben utilizarse conexiones que dependan únicamente de la soldadura. Las abrazaderas de tierra deben estar aprobadas para el material del electrodo de puesta a tierra y para el conductor del electrodo de puesta a tierra y, cuando se utilicen en tubería, varillas u otros electrodos enterrados, deben estar también aprobadas para su uso enterradas directamente en el terreno natural. No debe conectarse al electrodo de puesta a tierra con la misma abrazadera o accesorio más de un conductor, excepto si la abrazadera o accesorio está aprobada(o) para utilizarla con varios conductores. La conexión debe hacerse por uno de los métodos explicados en los incisos siguientes:

a) **Abrazadera sujetada con pernos.** Abrazadera aprobada de latón o bronce fundido o hierro dulce o maleable.

b) **Accesorios y abrazaderas para tubería.** Un accesorio, abrazadera u otro mecanismo aprobado, sujetado con pernos a la tubería o a sus conexiones.

c) **Abrazadera de tierra de tipo solera.** Una abrazadera de tierra aprobada de tipo solera, con una base de metal rígido que asiente en el electrodo y con una solera de un material y dimensiones que no sea probable que cedan durante o después de la instalación.

d) **Otros medios.** Otros medios sustancialmente iguales a los descritos y aprobados.

250-117. Protección de las uniones. Las abrazaderas u otros accesorios para puesta a tierra deben estar aprobados para su uso general sin protección o protegerse contra daño físico, como se indica en los siguientes incisos:

a) **Sin daños probables.** Deben instalarse en lugares donde no sea probable que sufren daño.

b) **Con una cubierta protectora.** Dentro de una cubierta protectora metálica, de madera o equivalente.

250-118. Superficies limpias. Deben eliminarse de las roscas y de otras superficies de contacto de equipo que sean puestas a tierra, las capas no conductoras (como pinturas, barnices y lacas), para asegurar la continuidad eléctrica, o conectarlos por medio de accesorios hechos de tal modo que hagan innecesaria dicha operación.

250-119. Identificación de las terminales de los dispositivos de puesta a tierra. Las terminales de conexión de los conductores de puesta a tierra de equipo deben identificarse mediante:

(1) un tornillo terminal de cabeza hexagonal pintada de verde, que no se pueda quitar fácilmente;

(2) una tuerca terminal hexagonal pintada de verde, que no se pueda quitar fácilmente o

(3) un conector a presión pintado de verde. Si la terminal del conductor de puesta a tierra no es visible, debe marcarse el orificio de entrada del conductor de puesta a tierra con la palabra "verde" o "puesta a tierra", con las letras "V" o "T", "G" o "GR" o con el símbolo internacional de puesta a tierra indicado en la figura 250-1 19, o identificado de otra forma en color verde.



FIGURA 250-119.- Símbolo de puesta a tierra IEC No. 5019 K. Transformadores de instrumentos, relevadores, etcétera

ARTICULO 300-METODOS DE ALAMBRADO

A. Disposiciones generales

a) 300-3. Conductores

a) **Conductores individuales.** Los cables monoconductores especificados en la Tabla 310-13 sólo deben instalarse con un método de alambrado reconocido en el capítulo 3.

b) **Conductores del mismo circuito.** Todos los conductores del mismo circuito, el conductor puesto a tierra y todos los conductores de puesta a tierra del equipo, cuando sean usados, deben instalarse dentro de la misma canalización, soporte tipo charola para cables, zanja, cable o cordón.

Excepción 1: Para (b), los conductores individuales de cable tipo MI con una cubierta no metálica, instalados de acuerdo con lo indicado en 330-16, se permite que se instalen en cables separados.

Excepción 2: Para (b), los paneles de alumbrado y control tipo columna que empleen ductos auxiliares y cajas para jalado de los conductores con terminales para los conductores neutros.

Excepción 3: para (a) y (b), como se permite en 250-57(b), 250-79(f), 300-5(i), 300-20(b), 318-8(d) y 339-3(a)(2).

Excepción 4: Como se permite en 310-4 para conductores en paralelo.

c) **Conductores de sistemas diferentes**

1) **Tensión eléctrica nominal hasta 600 V.** Los conductores de tensión eléctrica nominal hasta 600 V, de circuitos de c.a. y de c.c., pueden ocupar la misma canalización, envolvente de alambrado del equipo o cable. Todos los conductores deben tener un aislamiento adecuado para la tensión eléctrica máxima nominal del circuito de cualquier conductor dentro de la canalización, envolvente o cable. Todos los conductores sin pantalla deben tener un aislamiento nominal igual o como mínimo la máxima tensión eléctrica del circuito aplicada a cualquier conductor dentro de la canalización, envolvente o cable.

Excepción: Para sistemas solares fotovoltaicos de acuerdo con lo indicado en 690-4(b).

NOTA: Para conductores de las clases 2 y 3 véase 725-52(a)(2).

2) **Tensión eléctrica nominal mayor que 600 V.** Los conductores para tensiones eléctricas nominales mayores de 600 V no deben ocupar el mismo envolvente, cable o canalización de alambrado de equipo, que los conductores para tensiones nominales iguales o menores de 600 V a menos que se permita algo diferente de (a) a (f), siguientes:

a) Se permite que el cableado secundario para lámparas de descarga eléctrica hasta 1 000 V, si está aislado para la tensión eléctrica del secundario, ocupen la misma envolvente del luminario, anuncio luminoso o de alumbrado de realce que los conductores del circuito derivado.

b) Se permite que las terminales primarias de balastros de lámparas de descarga eléctrica aislados para la tensión eléctrica primaria del balastro, si están dentro de la envolvente individual del alambrado, ocupen la misma envolvente del luminario, anuncio luminoso o de alumbrado de realce que los conductores del circuito derivado.

c) Se permite que los conductores de excitación, control, relevadores y ampérmetros usados en conexión con cualquier motor o arrancador individual, ocupen la misma canalización de los conductores del circuito del motor.

d) En motores, ensambles de tableros de distribución y control y equipos similares, se permiten conductores de diferentes tensiones nominales.

e) En registros se permiten conductores de diferentes tensiones nominales, si los conductores de cada sistema están separados de forma efectiva y permanente de los conductores de los otros sistemas y fijados firmemente a bastidores, aisladores u otros soportes aprobados.

Los conductores con aislamiento sin pantalla y que operan a niveles de tensión diferentes no deben ocupar la misma envolvente, cable o canalización.

f) Cumplir con lo aplicable de los artículos 922 y 923.

300-4. Protección contra daños físicos. En donde los conductores estén expuestos a daños físicos, deben protegerse adecuadamente.

a) **Cables y canalizaciones a través de piezas estructurales de madera**

1) **Orificios perforados.** En instalaciones ocultas o a la vista, donde se instalen métodos de alambrado cables o canalizaciones a través de orificios perforados en vigas, travesaños o piezas estructurales de madera similares, los orificios deben taladrarse de tal manera que el borde del orificio no esté a menos de 30 mm del extremo más cercano de la estructura. Si esta distancia no puede mantenerse, los cables o canalizaciones deben protegerse contra penetración de clavos y tornillos con una placa de acero de espesor mínimo de 1,5 mm y longitud y ancho apropiados para que cubran la zona por donde los clavos o tornillos pudieran dañar al alambrado.

Excepción: Las canalizaciones indicadas en los artículos 345, 346, 347 y 348.

2) **Ranuras en madera.** Cuando no exista objeción por el debilitamiento en la estructura del edificio, tanto en lugares ocultos como expuestos, se permite que los cables o canalizaciones se tiendan a través de ranuras, en columnas, vigas, travesaños de madera u otras partes de madera, siempre y cuando el cable o la canalización se proteja en estos puntos contra penetración de clavos o tornillos, por medio de placas de acero de espesor mínimo de 1,5 mm instaladas antes de que se aplique el acabado de la construcción.

Excepción: No se requiere la placa de acero cuando se empleen las canalizaciones indicadas en los artículos 345, 346, 347 y 348.

b) Cables con cubierta no metálica y tubo (conduit) no metálico que pasen a través de piezas estructurales metálicas

1) **Cables con cubierta no metálica.** Tanto en instalaciones ocultas o visibles, cuando se instalen cables con cubierta no metálica, a través de orificios o ranuras en partes metálicas hechas en fábrica o en obra, los cables deben protegerse con conectores de metal sujetados firmemente en los orificios de la instalación del cable.

2) **Cables con cubierta no metálica y tubo (conduit) no metálico.** Cuando los clavos o tornillos pudieran penetrar en los cables con cubierta no metálica o en tubo (conduit) no metálico, éstos deben protegerse con un tubo metálico, una placa o una abrazadera de acero de espesor no menor que 1,5 mm.

c) **Cables a través de espacios detrás de paneles diseñados para permitir acceso.** Los cables o métodos de alambrado con canalizaciones instalados detrás de los paneles diseñados para permitir el acceso, deben instalarse de acuerdo con lo indicado en sus artículos aplicables.

NOTA: Véanse 300-11(a), 300-23, 725-5, 760-5, 720-11 y 800-6.

d) **Cables y canalizaciones sobre estructuras.** En instalaciones ocultas y visibles cuando se instalen cables o métodos de alambrado con canalizaciones sobre estructuras, éstos deben instalarse y sujetarse de tal forma que se separen cuando menos 30 mm de la orilla de la estructura donde pueden colocarse clavos o tornillos. Cuando esta distancia sea imposible de mantenerse, la canalización o el cable debe protegerse con una placa metálica de 1,5 mm de espesor mínimo, a efecto de impedir que sean penetrados por clavos o tornillos.

Excepción 1: Las canalizaciones contempladas en los artículos 345, 346, 347 y 348.

Excepción 2: En instalaciones ocultas en acabados de construcciones o paneles para edificios prefabricados donde este tipo de soportes no son factibles, se permite unir el cable entre dos puntos de acceso.

Excepción 3: En casas móviles o vehículos recreativos.

e) **Cable y canalizaciones instalados en ranuras poco profundas.** Los cables o métodos de alambrado con canalizaciones en ranuras que vayan a ser cubiertas con alfombra o un acabado similar, deben protegerse con una placa metálica, tubo metálico o similar con espesor no menor que 1,5 mm o, en su caso, dejar un espacio libre de 30 mm a lo largo de la ranura.

Excepción: Canalizaciones cubiertas en los artículos 345, 346, 347 y 348.

f) **Accesorios aislados.** Cuando existan canalizaciones que contengan conductores de fase de tamaño de 21,2 mm² (4 AWG) o mayor, que entren a una envolvente, caja o canalización, los conductores deben protegerse con un accesorio que provea una superficie aislante, lisa y redondeada, a menos que la canalización tenga suficiente material aislante sujeto firmemente.

Excepción: En donde las entradas o guías roscadas formen parte integral de la entrada del envolvente, caja o canalización y tengan una superficie lisa y redondeada para la entrada de los conductores.

Las boquillas de tubo (conduit) construidas de material aislante no deben ser utilizadas para fijar un accesorio o una canalización. El material aislante debe soportar al menos la temperatura de operación de los conductores instalados.

300-5. Instalaciones subterráneas

- a) **Requisitos de profundidad mínima.** Los cables directamente enterrados, los tubos (conduit) u otras canalizaciones deben instalarse de manera que cumplan con los requisitos de profundidad mínima de la Tabla 300-5.

TABLA 300-5.- Profundidad bajo tierra mínima para sistemas de 600 V nominales o menos (cm)

Lugar o método de alambrado o circuito	Método de alambrado o circuito				
	1 Cable directamente enterrado	2 Tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado	3 Canalización no metálica aprobada para enterrarse directamente sin ahogar en concreto u otra canalización aprobada para tal uso	4 Circuitos derivados residenciales hasta 127 V con protección ICFT y protección de sobrecorriente máxima de 20 A	5 Circuito de control para riego e iluminación exterior limitado a 30 V e instalado con cable tipo UF u otros cables o canalizaciones
Todas las condiciones no especificadas abajo	60	15	45	30	15
En zanjas protegidos por concreto de 5 cm de espesor o equivalente	45	15	30	15	15
Bajo edificios	0 (sólo en canalizaciones)	0	0	0 (sólo en canalizaciones)	0 (sólo en canalizaciones)
Bajo banqueta de concreto con espesor mínimo de 10 cm, extendiéndose 15 cm mínimo más allá de la instalación subterránea	45	10	10	15 (directamente enterrado) 10 (en canalizaciones)	15 (directamente enterrado) 10 (en canalizaciones)
Bajo arroyo	60	60	60	60	60
En entradas y estacionamientos para viviendas unifamiliares	45	45	45	30	45
En aeropuertos, en pistas y lugares adyacentes en donde se prohíba el paso	45	45	45	45	45

La profundidad bajo tierra se define como la distancia más corta medida entre la superficie de cualquier conductor, cable, tubo u otras canalizaciones directamente enterrados y la superficie de la tierra, cubierta de concreto u otra cubierta similar.

1. Las canalizaciones aprobadas para ser enterradas solamente cuando están ahogadas en concreto, deben tener un recubrimiento de concreto de espesor no menor que 5 cm.

2. Cuando se requiera subir cables para realizar terminales o empalmes o donde se requiera acceso, se permiten menores profundidades.

3. Cuando uno de los métodos de alambrado indicados en las columnas 1 a 3 esté combinado con uno de los tipos de circuito de las columnas 4 y 5, se permite utilizar la menor profundidad indicada.

4. Cuando sea terreno rocoso, todas las instalaciones deben realizarse en tubo (conduit) metálico o no metálico permitidos para instalarse directamente enterrados. Las canalizaciones deben instalarse ahogadas en concreto con un espesor no menor que 5 cm.

b) **Puesta a tierra.** Todas las instalaciones subterráneas deben estar conectadas a tierra de acuerdo con lo indicado en el artículo 250.

c) **Cables subterráneos bajo edificios.** Los cables subterráneos instalados bajo un edificio deben colocarse en una canalización que se prolongue más allá de las paredes exteriores del edificio.

d) **Protección contra daños.** Los cables directamente enterrados y los que salgan de instalaciones subterráneas deben protegerse con canalizaciones que se extiendan desde la profundidad mínima requerida en la Tabla 300-5 hasta 2,50 m sobre el nivel de piso terminado. En ningún caso se requiere que la protección exceda 45 cm por debajo del nivel de piso.

Los conductores que entran a un edificio deben protegerse hasta el punto de entrada.

Cuando la canalización esté expuesta a daño físico, los conductores deben estar instalados en tubo (conduit) metálico tipo semipesado o tipo pesado.

e) **Empalmes y derivaciones.** Se permite hacer empalmes o derivaciones en cables directamente enterrados, sin utilizar cajas de empalme. Los empalmes o derivaciones deben realizarse de acuerdo con lo indicado en 110-14 (b).

f) **Rellenos.** No deben usarse rellenos que puedan dañar la canalización, los cables u otras subestructuras o impedir la compactación adecuada del mismo o contribuir a la corrosión de los elementos de la instalación, tales como relleno que contenga rocas grandes, materiales de pavimento, escorias, materiales grandes y con ángulos agudos o material corrosivo.

Cuando sea necesario proteger a la canalización o al cable contra daño físico, la protección debe proporcionarse por medio de rellenos de materiales granulados o seleccionados, cubiertas adecuadas, mangas apropiadas u otros medios aprobados.

g) **Sellado de canalización.** El tubo (conduit) o canalizaciones por las cuales pudiera hacer contacto la humedad con partes vivas energizadas, deben sellarse en uno o ambos extremos.

Cuando se tenga la presencia de gases o vapores peligrosos se debe sellar el tubo (conduit) o las canalizaciones subterráneas que entren a los edificios.

h) **Boquillas.** Al final de la canalización o tubo (conduit) debe usarse una boquilla o accesorio terminal, cuando los cables surjan de un método de alambrado con instalación directamente enterrada. Se permite el uso de un sello que proporcione las mismas características físicas de protección, en lugar de la boquilla.

i) **Conductores del mismo circuito.** Todos los conductores del mismo circuito y cuando se requieran el conductor puesto a tierra y todos los conductores de puesta a tierra del equipo, deben instalarse en una misma canalización o cuando vayan en una trinchera, próximos unos de otros.

Excepción 1: Cuando se tengan varios conductores en paralelo por fase, pueden ir en distintas canalizaciones si cada una contiene a todos los conductores del mismo circuito incluyendo los conductores de puesta a tierra.

Excepción 2: Se permiten instalaciones de fases separadas en canalizaciones no metálicas cercanas cuando se tengan los conductores en paralelo como se permite en 310-4 y si se cumplen las condiciones de 300-20.

j) **Asentamiento del terreno.** Cuando las canalizaciones o cables directamente enterrados estén sujetos a asentamiento por movimientos de terreno, los conductores o el equipo conectado a las canalizaciones deben protegerse para prevenir daños.

NOTA: Esta Sección reconoce algunos de los métodos considerados para la protección de los conductores contra asentamientos, como pueden ser las vueltas en "S" en transiciones de cables directamente enterrados a canalizaciones, las juntas de expansión en subidas de tubos a equipo fijo y en general conexiones flexibles a equipo.

300-6. Protección contra la corrosión. Las canalizaciones metálicas, armaduras metálicas de cables, cajas, cubiertas de cables, gabinetes, codos metálicos, uniones y accesorios, soportes y sus herrajes, deben ser de materiales aprobados conforme con 110-2 para el medio ambiente donde se instalen.

a) Disposiciones generales. Las canalizaciones de material ferroso, armaduras y cubiertas de cables, cajas, gabinetes, codos metálicos y accesorios, soportes y sus herrajes de materiales ferrosos, deben protegerse adecuadamente contra la corrosión en su interior y en su exterior (excepto las roscas en las uniones) por una capa de material aprobado como resistente a la corrosión, tal como zinc, cadmio o esmalte. En los casos en que la protección contra la corrosión sea solamente por medio de esmalte, no se deben usar en exteriores o en lugares mojados, tales como los descritos en (c) de esta Sección.

Excepción: Se permite que las roscas en las uniones tengan una capa con un compuesto aprobado e identificado como eléctricamente conductorivo.

b) En concreto o en contacto directo con la tierra. Las canalizaciones de material ferroso o no ferroso, armaduras y cubiertas de cables, gabinetes, ángulos, uniones, soportes y accesorios metálicos, pueden instalarse en concreto o en contacto directo con la tierra o en áreas sometidas a influencias corrosivas severas cuando estén fabricados con materiales adecuados para esta condición o cuando sean provistos de una protección adecuada contra la corrosión.

c) Lugares mojados en interiores. En las lecherías, lavanderías, fábricas de conservas alimenticias y otros lugares mojados en donde las paredes se lavan frecuentemente o donde existan superficies de materiales absorbentes, tales como papel o madera húmedos, el sistema de alambrado completo, incluyendo todas las cajas, accesorios, canalizaciones y cables, deben montarse con una separación mínima de 6 mm entre sus componentes y la pared o la superficie que lo soporte.

Excepción: Se permite la instalación de canalizaciones y cajas no metálicas sin la separación mínima en superficies de concreto, tabique, azulejo o superficies similares.

NOTA: En general, los lugares en los cuales se manejan y almacenan productos químicos, ácidos y/o alcalinos pueden presentar condiciones severas de corrosión especialmente si son lugares húmedos o mojados. Existen condiciones severas de corrosión en áreas de plantas empacadoras de carne, tenerías, pegamentos, algunos establos, instalaciones cercanas al mar, albercas, áreas donde se utilizan productos químicos para deshielo y sótanos o cuartos de almacenamiento para cueros, crudos, materiales para embalar, fertilizantes, sal y productos químicos.

300-7. Canalizaciones expuestas a diferentes temperaturas

a) Sellado. Cuando existan partes interiores de un sistema de canalización expuestas a grandes diferencias de temperatura, como ocurre en las plantas y cámaras frigoríficas, se debe impedir la circulación de aire a través de la canalización de una sección caliente a una fría.

b) Juntas de expansión. Las canalizaciones deben proveerse con juntas de expansión cuando se requiera compensar la expansión y contracción térmica.

300-9. Puesta a tierra de envolventes metálicas. Las canalizaciones metálicas, cajas, gabinetes, cables armados y accesorios, deben estar puestos a tierra como se indica en el Artículo 250.

300-10. Continuidad eléctrica de envolventes y canalizaciones metálicas. Las canalizaciones metálicas, armaduras de cables y otras envolventes metálicas para conductores, deben unirse metálicamente para formar un conductor eléctrico continuo y deben estar conectadas a todas las cajas, accesorios y gabinetes para proporcionar una continuidad eléctrica efectiva. A menos que se permita específicamente otra cosa en esta norma, las canalizaciones y ensambles de cables, deben estar mecánicamente sujetas a las cajas, accesorios, gabinetes y otros envolventes.

Excepción 1: Lo dispuesto en 370-17(c) para cajas no metálicas.

Excepción 2: Lo dispuesto en la Excepción 2 de 250-33, para envolventes metálicas.

Excepción 3: Lo indicado en la Excepción de 250-75 donde se permita reducción de ruido eléctrico.

300-11. Fijación y soporte

a) Fijación correcta. Las canalizaciones, conjuntos de cables, cajas, gabinetes y accesorios deben estar firmemente sujetos en su lugar. No se permite como único soporte a los alambres de soporte no fijados de una parte rígida.

1) En métodos de alambrado localizados en la cavidad entre un piso y plafón o entre techo y plafón clasificado como resistente al incendio, éstos no deben asegurarse o soportarse en el ensamble del plafón, ni en los alambres de soporte del mismo. Debe proveerse un medio de soporte seguro e independiente.

Excepción: Se permite que el sistema de soporte del plafón sostenga alambrado y equipo cuando el conjunto haya sido probado como parte integral del ensamble resistente al incendio.

2) En métodos de alambrado localizados en la cavidad entre un piso y plafón o entre techo y plafón clasificado como no resistente al incendio, éstos no deben asegurarse o soportarse en el ensamble del plafón, ni en los alambres de soporte del mismo. Debe proveerse un medio de soporte seguro e independiente.

Excepción: Se permite que el sistema de soporte del plafón sostenga alambrado de circuitos derivados y el equipo asociado cuando se instalan de acuerdo con las instrucciones del fabricante del ensamble.

No se permite soportar cables y canalizaciones en techos de rejillas.

b) Canalizaciones usadas como medios de soporte. Las canalizaciones no deben usarse como medio de soporte para otras canalizaciones, cables o equipo no eléctrico.

Excepción 1: Cuando las canalizaciones o medio de soporte se aprueben e identifiquen para tal propósito.

NOTA: Véase el Artículo 318 para soportes tipo charola para cables.

Excepción 2: Se permite que canalizaciones que contengan conductores de alimentación para equipo controlado eléctricamente, soporten conductores de circuito Clase 2 o cables exclusivos para conexión a los circuitos de control del equipo.

Excepción 3: Como se permite en 370-23 para cajas de paso o en 410-16(f) para accesorios.

300-12. Continuidad mecánica de canalización y cables. Las canalizaciones metálicas y no metálicas, armaduras y cubiertas de cables deben ser continuas entre gabinetes, cajas, accesorios u otras cubiertas, envolventes o salidas.

Excepción: Pequeñas canalizaciones usadas como soporte o protección contra daño físico del cable.

300-13. Continuidad eléctrica y mecánica de conductores

a) Disposiciones generales. En las canalizaciones, los conductores deben estar continuos entre las cajas de salida, cajas de registro y dispositivos y no debe haber empalmes o derivaciones dentro de una canalización, a menos que lo permitan la Excepción 1 de 300-15(a); 352-7; 352-29; la Excepción de 354-6; 362-7; 362-2 1 o 364-8(a).

b) Continuidad del conductor puesto a tierra cuando se eliminan dispositivos eléctricos. En circuitos derivados multiconductores, la continuidad del conductor puesto a tierra no debe depender de las conexiones de los dispositivos tales como portalámparas, receptáculos, etc., cuando al retirar tales dispositivos se interrumpa la continuidad.

300-1 5. Cajas, cajas de paso o accesorios

a) Caja de salida o caja de paso o de empalme. Debe instalarse una caja de salida o caja de paso o de empalme, que cumpla lo establecido en 370-16 y 370-28, para cada punto de conexión de empalme de conductores, salida, punto de conexión, punto de unión, o punto de jalado, para la conexión de tubo (conduit), canalizaciones de superficie u otras canalizaciones.

Excepción 1: No se requiere una caja o caja de paso para empalme de conductores en canalizaciones de superficie que tengan una cubierta desmontable que sea accesible después de la instalación tal como: canales metálicos con tapa, ductos colectores, conjunto de salidas múltiples, canales auxiliares, soportes tipo charola para cables y cabezales de ductos.

Excepción 2: Lo permitido en 410-31

b) Sólo cajas. Debe instalarse una caja en cada punto de empalme de conductores, salida, punto de derivación, punto de unión, o punto de jalado, para la conexión de los cables tipo AC, cables tipo MC, cables tipo MI, cables con cubierta metálica, cables con cubierta no metálica u otros cables. Debe instalarse una caja en el punto de conexión entre tal sistema de cables y un sistema de canalización, y en cada salida y punto de conexión para instalaciones ocultas sobre aisladores.

Excepción 1: Cuando los cables salgan o entren de un ducto o tubo (conduit) que se utiliza para proveer un soporte o para protección contra daño físico a los cables. Debe colocarse un accesorio al final del ducto o tubo (conduit) para proteger a los cables contra la abrasión.

Excepción 2: Como se permite en 336-2 1 para dispositivos de salida aislados alimentados por cables con cubierta no metálica.

Excepción 3: Donde se usen complementos accesibles para hacer empalmes rectos en cables de cubierta metálica y de aislamiento mineral.

Excepción 4: Pueden usarse sin una caja individual dispositivos de alambrado con cubierta integral adecuada para su uso, que tenga abrazaderas que sujeten firmemente el dispositivo a un miembro estructural en la pared o techos de construcciones convencionales armados en obra, para usarse con cables con cubierta no metálica.

NOTA: Véanse Excepción 2 de 336-1 8, 545-1 0; 550-10(j) y Excepción 1 de 551 -47(e).

Excepción 5: Donde se utilicen sistemas de alambrado metálicos prefabricados.

Excepción 6: Se permite una caja de paso en vez de una caja de registro cuando se instale de acuerdo con lo indicado en 370-16(c) y 370-28.

Excepción 7: Cuando se utilice un dispositivo aprobado e identificado para instalarlo sin caja, en un sistema de distribución en anillo.

Excepción 8: Se permite un accesorio adecuado en vez de la caja, cuando sea accesible después de la instalación y cuando los conductores no se empalmen o terminen.

Excepción 9: Como se permite en 300-5(e) para empalmes y derivaciones en cables directamente enterrados.

c) **Accesorios y conectores.** Los accesorios y conectores deben emplearse solamente bajo los métodos de alambrado para los cuales han sido diseñados.

d) **Equipo.** Pueden emplearse cajas de empalme o compartimentos de alambrado en salidas, en lugar de cajas de registro, cuando forman parte integral del equipo.

300-1 6. Canalización o cables en un alambrado oculto o abierto

a) **Caja de registro o accesorio.** Se debe usar una caja de registro o accesorio terminal con orificios o boquillas redondeadas para cada conductor, cada vez que se realice un cambio a un alambrado oculto o abierto desde un tubo (conduit) metálico, tubo (conduit) no metálico, cable con cubierta no metálica, cable tipo AC, cable tipo MC o cables con aislamiento mineral (MI), cables con cubierta metálica y alambrado con canalizaciones de superficie. Un dispositivo usado para este propósito no debe contener derivaciones o empalmes y no puede ser utilizado como dispositivo de salida.

b) **Boquilla.** Se permite usar una boquilla en lugar de una caja o accesorio terminal en el extremo de un tubo (conduit), cuando la canalización termina detrás de un tablero de distribución abierto (sin cubierta) en un equipo de control sin cubierta u otro equipo similar. La boquilla debe ser de tipo aislante.

300-1 7. Número y tamaño de conductores en canalizaciones. La cantidad y tamaño de conductores en cualquier canalización no debe ser mayor que lo que permita la disipación del calor y la fácil instalación y retiro de los conductores sin dañar a los mismos o a su aislamiento.

NOTA: Véanse las siguientes Secciones de esta norma:

Tubo (conduit) no metálico 331-6;

Tubo (conduit) de polietileno 332-6;

Tubo (conduit) no metálico con cables preensamblados para usos subterráneos 343-15;

Tubo (conduit) metálico tipo semipesado 345-7;

Tubo (conduit) metálico tipo pesado 346-6;

Tubo (conduit) rígido no metálico 347-11; Tubo

(conduit) metálico tipo ligero 348-7;

Tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero 349-12;

Tubo (conduit) metálico flexible 350-12;

Tubo (conduit) flexible metálico y no metálico, hermético a líquidos 351-6 y 351-25;

Canalizaciones superficiales metálicas y no metálicas 352-4 y 352-25;

Canalizaciones bajo el piso 354-5;

Canalizaciones en pisos metálicos celulares 356-5;

Canalizaciones en pisos de concreto celular 358-11;

Ductos metálicos y no metálicos con tapa 362-5;

Canalizaciones prealambradas 365-3 c); Cables

de aparatos eléctricos 402-7;

Teatros, áreas de audiencia en cines y estudios de televisión y lugares similares 520-6;

Anuncios luminosos y alambrado de realce 600-2 1 h);

Elevadores, montacargas, escaleras eléctricas y pasillos móviles, escaleras y elevadores para sillas de ruedas 620-33;

Equipos de grabación de sonido y similares 640-3 y 640-4;

Equipos de rayos X 660-8;

Circuitos clase 1, clase 2 y clase 3 para control remoto, señalización y de potencia limitada artículo 725;

Sistemas de señalización para protección contra incendios artículo 760;

Cables de fibra óptica artículo 770.

300-18. Instalación de canalizaciones. Las canalizaciones deben estar completamente instaladas entre salidas o puntos de empalme, antes de instalar los conductores.

Excepción 1: Canalizaciones accesibles con cubierta removible.

Excepción 2: Donde se requiera para facilitar la instalación del equipo.

Excepción 3: Ensamblés prealambrados de acuerdo con lo indicado en los artículos 349 y 350.

300-1 9. Soportes de los conductores en canalizaciones verticales

a) Separación máxima. Los conductores en canalizaciones verticales deben tener soportes si la distancia vertical excede los valores de la Tabla 300-19 (a). Se debe instalar un soporte de cables en el extremo superior de la canalización vertical o tan cerca de ese extremo como sea posible y además soportes intermedios para limitar las longitudes de soporte de los conductores a valores no mayores a los indicados en la Tabla 300-19 (a).

Excepción: Los cables con armaduras de alambres de acero deben sostenerse en la parte superior del tramo vertical con una sujeción de cable que presione la armadura de acero. Se debe disponer de un dispositivo de seguridad en la parte inferior del tramo vertical para sostener el cable en caso de que éste resbale dentro del soporte que sujetla la armadura. Se permiten soportes adicionales de tipo cuña para aliviar la tensión mecánica en las terminales del equipo producida por la expansión del cable por efecto de la carga.

TABLA 300-19(a).- Distancia entre los soportes de los conductores

Designación del conductor		Distancia máxima de los soportes (m)	
	Designación	Conductor de aluminio	Conductor de cobre
mm ²	AWG o kcmil		
0,824 a 8,37	18 al 8	--	30
13,3 a 53,5	6 al 1/0	60	30
67,4 a 107	2/0 al 4/0	55	25
Mayor que 107 a 177	Mayor que 4/0 al 350	40	20
Mayor que 177 a 253	Mayor que 350 al 500	35	15
Mayor que 253 a 380	Mayor que 500 al 750	30	10
Mayor que 380	Mayor que 750	25	10

b) Métodos de soporte. Debe usarse uno de los siguientes métodos de soporte:

1) Por medio de dispositivos de mordaza construidos con cuñas aislantes o empleando cuñas aislantes introducidas en los extremos de los tubos. Cuando la sujeción sobre el aislamiento no soporta adecuadamente el cable, se debe sujetar también al conductor.

2) Intercalando cajas provistas de tapas, a intervalos requeridos, en las cuales se deben instalar soportes aislantes sujetos, de manera que resistan el peso de los conductores fijados en ellos, las cajas deben estar provistas de cubiertas.

3) Desviando los cables no menos de 90° en cajas de empalme y llevándolos horizontalmente a una distancia no menor del doble del diámetro del cable, sujetando los cables con dos o más soportes aislantes y, además, si es necesario usando hilos para amarrarlos al soporte.

Cuando se use este método, los cables deben soportarse a intervalos no mayores a 20% de los mencionados en la Tabla 300-19 a).

4) Mediante un método de igual efectividad. **300-20. Corrientes eléctricas inducidas en envolventes metálicas o en canalizaciones metálicas**

a) Agrupamiento de conductores. Cuando se instalen conductores que lleven c.a. en canalizaciones o en envolventes metálicas, dichos conductores deben disponerse de tal manera que no se produzca calentamiento por inducción en los metales que lo rodean. Para minimizar este efecto, todos los conductores de fase, el conductor puesto a tierra y los conductores de puesta a tierra del equipo, cuando se usen, deben ir juntos en la misma canalización.

Excepción 1: Lo permitido en la excepción de 250-50, para las conexiones de puesta a tierra de equipo.

Excepción 2: Lo permitido en 426-42 y 427-47 por calentamiento debido al efecto piel.

b) **Conductores individuales.** Cuando un solo conductor que transporte c.a. pase a través de un metal con propiedades magnéticas, se debe reducir a un mínimo el efecto inductivo por los medios siguientes:

1) Cortando ranuras en el metal entre los orificios individuales a través de los cuales pasen los conductores individuales.

2) Pasando todos los conductores del circuito a través de una pared aislante con espacio suficiente para alojar a los mismos.

Excepción: En el caso de circuitos que alimentan sistemas de alumbrado por descarga eléctrica o vacío, anuncios eléctricos o aparatos de rayos X, las corrientes eléctricas en los conductores son tan pequeñas que el efecto de calentamiento inductivo puede ignorarse cuando dichos conductores se instalen en envolventes metálicas o pasen a través de metal.

NOTA: Debido a que el aluminio es un material no magnético no hay calentamiento debido a histéresis, pero sí hay corriente eléctrica inducida. Esta corriente eléctrica no se considera de suficiente magnitud como para necesitar el agrupamiento de conductores o tratamientos especiales cuando los conductores pasen a través de paredes de aluminio.

300-22. Alambrado en ductos, cámaras de aire y en otros espacios de manejo de aire ambiental. Las disposiciones de esta Sección aplican a la instalación y al uso del alambrado y equipo eléctricos en ductos, cámaras de aire y otros espacios de manejo de aire ambiental.

NOTA: Véase el Artículo 424, Parte F, para los calentadores de ductos.

a) **Ductos para eliminación de polvos, materias en suspensión o vapores.** No se debe instalar ningún sistema de alambrado de cualquier tipo en ductos que se usen para transportar polvos o materia en suspensión, vapores inflamables, como tampoco en cualquier ducto que se use únicamente para eliminación de vapores o ventilación de equipo de cocina de tipo comercial o en cualquier chimenea que contenga solamente tales ductos.

b) **Ductos o cámaras plenas para aire ambiental.** En ductos o cámaras de aire, específicamente para manejar aire ambiental, sólo pueden usarse métodos de cableado que consistan en cables de tipo MI, cable tipo MC con una cubierta metálica impermeable lisa o corrugada sin cubierta no metálica total, tubo (conduit) metálico tipos ligero, semipesado o pesado y tubo (conduit) metálico flexible. Puede usarse tubo (conduit) metálico flexible y tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos en longitudes no mayores de 1,20 m para conectar equipo físicamente ajustable y dispositivos que se permitan instalar en esos ductos y cámaras de aire. Los conectores utilizados en tubo (conduit) metálico flexible deben cerrar herméticamente cualquier abertura en la conexión. Se permite instalar equipo y dispositivos en tales ductos o cámaras de aire, sólo si son necesarios para efectuar su función en el aire contenido o para efectuar mediciones en él.

En caso de que se instale equipo o dispositivos, y sea necesaria su iluminación para facilitar el mantenimiento y las reparaciones, deben utilizarse luminarios del tipo hermético.

c) **Otros espacios utilizados para aire ambiental.** Esta Sección 300-22(c) aplica para espacios utilizados para propósitos de manejo de aire ambiental, diferentes de ductos y cámara plena (de aire) especificados en 300-22 (a) y 300-22(b). Para el alambrado de sistemas instalados en otros espacios para aire ambiental deben utilizarse únicamente cables tipo MI, cables tipo MC sin cubierta no metálica y cable tipo AC y otros sistemas montados en fábrica de cables de control multiconductores o cables de potencia que estén específicamente designados para el uso.

Otros tipos de cables y conductores deben instalarse en tubo (conduit) metálico tipos ligero, semipesado o pesado, tubo (conduit) metálico flexible o cuando sean accesibles, canalizaciones con cubierta metálica o para soportar cables en charolas metálicas de fondo sólido con cubiertas sólidas de metal.

El equipo eléctrico con envolvente metálica o con cubierta no metálica aprobada y listada para su uso y que tenga adecuada resistencia contra el fuego y características de baja emisión de humo, y materiales de alambrado adecuados para la temperatura ambiental, se puede instalar en otros espacios instalados para aire ambiental a menos que lo prohíba expresamente en alguna parte esta norma.

NOTA: El espacio sobre un plafón suspendido usado para aire ambiental es un ejemplo de otro tipo de espacios donde aplica 300-22(c).

Excepción 1: Tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos en longitudes que no excedan 1,80 m.

Excepción 2: Sistemas de ventilación integrales, adecuados para tal uso.

Excepción 3: Este artículo no incluye áreas habitables o áreas de inmuebles cuyo propósito primordial no sea la circulación de aire ambiental.

Excepción 4: Se permiten sistemas prefabricados de cables de sistemas de alambrado metálico sin cubierta no metálica cuando estén aprobados y listados para dicho uso.

Excepción 5: Este artículo no incluye los espacios entre las vigas en unidades de vivienda cuando el alambrado o equipo pasa a través de estos espacios perpendicularmente a la mayor dimensión de éstos.

Sistemas de procesamiento de datos. Las instalaciones eléctricas que se usen para sistemas de procesamiento de datos que estén colocadas en áreas de circulación de aire situadas entre pisos falsos, deben cumplir con lo indicado en el artículo 645

300-31. Tapas requeridas. Se deben instalar tapas adecuadas en todas las cajas y accesorios y envolventes similares para impedir contactos accidentales con las partes energizadas o daños materiales a las partes o al aislamiento.

300-34. Radios de curvatura para conductores. Los conductores no deben doblarse con radios menores de 8 veces el diámetro exterior de los conductores sin pantalla o 12 veces el diámetro de conductores con pantalla o con cubierta de plomo durante o después de ser instalados. Para cables multiconductores con cubierta común o cables monoconductores con pantalla individual multiplexados, el radio mínimo de curvatura es doce veces el diámetro de un conductor con pantalla individual, o siete veces el diámetro total del cable, lo que sea mayor.

300-36. Puesta a tierra. El alambrado y las instalaciones de los equipos deben ponerse a tierra de acuerdo con los requisitos aplicables del artículo 250.

ARTICULO 305 – INSTALACIONES PROVISIONALES

305-3. Limitaciones de tiempo

a) **Durante el periodo de construcción.** Se permiten las instalaciones provisionales de fuerza y alumbrado durante los períodos de construcción, remodelación, mantenimiento, reparación o demolición en inmuebles, estructuras, equipo o actividades similares.

b) **Noventa días.** Se pueden utilizar las instalaciones provisionales de fuerza y alumbrado durante un tiempo no mayor que noventa días para alumbrado decorativo de navidad, carnavales, fiestas y propósitos similares.

c) **Emergencias y pruebas.** Se pueden utilizar las instalaciones provisionales de fuerza y alumbrado durante emergencias y para pruebas, experimentos y trabajos en desarrollo.

d) **Remoción.** Las instalaciones provisionales deben removese inmediatamente después de terminada la construcción o el fin para el cual el alambrado fue instalado.

305-6. Protección de falla a tierra para seguridad del personal. Debe proporcionarse protección de falla a tierra para seguridad del personal en sitios de construcción con alambrado provisional para cumplir con los requisitos (a) o (b) abajo indicados. Esta Sección se aplica únicamente a las instalaciones provisionales, utilizadas para suministrar temporalmente energía a equipo utilizado por personal durante la construcción, remodelación, mantenimiento, reparación o demolición de edificios, estructuras, equipo o actividades similares.

a) **Interruptores de circuito falla a tierra (ICFT).** Todas las salidas de receptáculos de 120 V o 127 V, de una fase, de 15 A a 20 A, que no sean una parte del alambrado permanente del edificio o inmueble, y que sean usadas por el personal, deben tener interruptor de circuito por falla a tierra. Si un receptáculo o receptáculos ya instalados como parte del alambrado permanente, se emplean para suministrar energía al alambrado provisional, deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra. Para los propósitos de esta Sección se permiten las instalaciones de cables que incorporen cortacircuitos por falla a tierra para la protección de las personas.

Excepción 1: Los receptáculos de dos hilos, una fase, de un generador portátil o montado en un vehículo, con una capacidad de no más de 5 kW, siempre y cuando los conductores del circuito del generador estén aislados de la carcasa del generador y de todas las demás superficies puestas a tierra.

Excepción 2: Solamente en establecimientos industriales en donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que personal calificado está involucrado, se permite utilizar conductores de puesta a tierra como se especifica en 305-6 (b).

b) **Programa de garantía de conexión de conductores de puesta a tierra.** Se permite que otros receptáculos no cubiertos en a) tengan un interruptor de circuito por falla a tierra o debe ponerse en operación un procedimiento escrito en el sitio de la construcción, y debe aplicarse por una o varias personas designadas, para asegurar que las conexiones de puesta a tierra para todos los grupos de cordones y receptáculos que no son parte del alambrado permanente del edificio o inmueble y del equipo conectado por medio de un cordón con clavija, sean instalados y mantenidos, de acuerdo con los requisitos aplicables en 210-7(c), 250-45, 250-59 y 305-4(d).

1) En todos los grupos de cordones, receptáculos que no son parte del alambrado permanente de la edificación o estructura y el equipo conectado con cordón con clavija que deben ser puestos a tierra, deben realizarse las siguientes pruebas:

a. Debe probarse continuidad a todos los conductores de puesta a tierra y deben ser eléctricamente continuos.

b. Debe probarse que el conductor de puesta a tierra en cada receptáculo y clavija correspondiente esté bien conectado al conductor de puesta a tierra de los equipos. Este conductor de puesta a tierra debe estar conectado a su terminal apropiada.

c. Deben llevarse a cabo todas las pruebas requeridas en las siguientes condiciones:

1. Antes de usarse por primera vez en el sitio de la construcción.

2. Cuando haya evidencia de daño.

3. Antes de que el equipo vuelva a ser puesto en servicio, después de cualquier reparación.

4. En intervalos que no excedan a tres meses.

2) Las pruebas requeridas en 1), anteriormente mencionadas, deben registrarse y estar disponibles para la autoridad competente.

ARTICULO 310 – CONDUCTORES PARA ALAMBRADO EN GENERAL

310-2. Conductores

a) **Aislados.** Los conductores deben estar aislados.

Excepción: Cuando se permiten específicamente conductores con cubierta o desnudos en otras secciones de esta Norma.

NOTA: Para el aislamiento de los conductores neutros de un sistema de alta tensión eléctrica sólidamente puesto a tierra, véase 250-152.

b) **Material de los conductores.** Si no se especifica otra cosa, los conductores a los que se refiere este artículo deben ser de cobre o de aluminio. Cuando se especifiquen conductores de aluminio o aleaciones de aluminio, el tamaño nominal mínimo debe ser 13,3 mm² (6 AWG).

310-3. Conductores cableados. Los conductores de tamaño nominal 8,37 mm² (8 AWG) y mayores deben ser cableados, cuando van instalados en canalizaciones.

Excepción: Como se permite o se requiere en esta Norma.

310-4. Conductores en paralelo. Los conductores de cobre o de aluminio de tamaño nominal de 53,5 mm² (1/0 AWG) y mayores, que sean los conductores de fase, el neutro o el conductor puesto a tierra de un circuito, pueden ir conectados en paralelo (unidos eléctricamente en ambos extremos para formar un solo conductor).

Excepción 1: Lo que se permite en 620-12(a)(1).

Excepción 2: Se permite instalar en paralelo conductores de tamaño nominal menor que 53,5 mm² (1/0 AWG) para alimentar instrumentos de medición, contactores, relevadores, solenoides y otros dispositivos similares de control, siempre que: (a) estén contenidos en el mismo ducto o cable; (b) la capacidad de conducción de corriente de cada conductor por separado sea suficiente para transportar toda la corriente eléctrica que transportan los conductores en paralelo, y (c) el dispositivo de sobrecorriente sea tal que no supere la capacidad de conducción de corriente de cada conductor si uno o más de los conductores en paralelo se desconectaran accidentalmente.

Excepción 3: Se permite instalar en paralelo conductores de tamaño nominal menor que 53,5 mm² (1/0 AWG) para frecuencias de 360 Hz y mayores, cuando se cumplan las condiciones (a), (b) y (c) de la Excepción 2.

Excepción 4: Se permite instalar en paralelo conductores neutros puestos a tierra de tamaño nominal 33,6 mm² (2 AWG) y mayores, en las instalaciones ya existentes.

NOTA: Lo indicado en la Excepción 4 puede utilizarse para disminuir el calentamiento de los conductores neutros con corrientes eléctricas con un alto contenido de armónicas de tercer orden en instalaciones existentes.

Los conductores en paralelo de fase, neutro o puestos a tierra en cada circuito, deben ser:

- 1) De la misma longitud.
- 2) Del mismo material conductor.
- 3) Del mismo tamaño o área transversal.
- 4) Con el mismo tipo de aislamiento.
- 5) Con terminales de las mismas características.

Cuando los conductores se instalen en cables o en canalizaciones distintas, los cables y canalizaciones deben tener las mismas características físicas.

NOTA: Eligiendo apropiadamente los materiales, forma de construcción y orientación de los conductores, se pueden minimizar las diferencias de reactancia inductiva y la división desigual de corriente eléctrica. Para conseguir ese equilibrio, no es necesario que los conductores de una fase, neutros o puestos a tierra sean los mismos que los de la otra fase, neutros o puestos a tierra para obtener el balance.

Cuando los conductores de puesta a tierra de equipo se utilizan con conductores en paralelo, deben cumplir los requisitos de esta Sección excepto que deben determinarse como se indica en la Sección 250-95.

Cuando se utilicen conductores en paralelo, se debe tener en cuenta el espacio en las envolventes (véanse los artículos 370 y 373).

Los conductores instalados en paralelo deben cumplir lo establecido en la Sección 310-15(g), para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V.

310-5. Tamaño nominal mínimo de los conductores. En la Tabla 310-5 se indica el tamaño nominal mínimo de los conductores permitido por esta Norma.

Excepción 1: Para los cables flexibles, como se permite en 400-12.

Excepción 2: Para los cables de aparatos, como se permite en 410-24.

Excepción 3: Para los cables de motores de 746 W (1 CP) o menos, como se permite en 430-22(c).

Excepción 4: Para los cables de grúas y polipastos, como se permite en 610-14.

Excepción 5: Para los cables de los circuitos de control y señalización de los elevadores, como se permite en 620-12.

Excepción 6: Para los cables de los circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 como se permite en 760-51.

Excepción 7: Para los cables de circuitos de alarma contra incendios, como se permite en 760-16, 760-25 Y 760-51.

Excepción 8: Para los cables de los circuitos de control de motores, como se permite en 430-72.

TABLA 310- 5.- Tamaño nominal mínimo de los conductores

Tensión nominal del conductor (V)	Tamaño o designación mínima del conductor mm ² (AWG)	
	Cobre	Aluminio
0–2 000	2,08 (14)	13,3 (6)
2 001–5 000	8,37 (8)	13,3 (6)
5 001–8 000	13,3 (6)	13,3 (6)
8 001–15 000	33,6 (2)	33,6 (2)
15 001–28 000	42,4 (1)	42,4 (1)
28 001–35 000	53,5 (1/0)	53,5 (1/0)

310-8. Lugares.

a) Lugares secos. Los conductores y cables aislados utilizados en lugares secos, deben ser de cualquiera de los tipos identificados en esta Norma.

b) Lugares secos y húmedos. Los conductores y cables aislados utilizados en lugares secos y húmedos deben ser de los tipos FEP, FEPB, MTW, RHH, RHW, RHW-2, THHN, THW, THW-LS, THW-2, THHW, THHW-LS, THHW-2, THWN, THWN-2, TW, XHHW o XHHW-2.

c) Lugares mojados. Los conductores y cables aislados utilizados en lugares mojados deben ser:

(1) Con cubierta metálica hermética a la humedad.

(2) De los tipos MTW, RHW, RHW-2, TW, THW, THW-LS, THW-2, THHW, THHW-LS, THHW-2, THWN, THWN-2, XHHW, XHHW-2; o

(3) De otro tipo certificado para uso en lugares mojados.

d) Lugares expuestos a la radiación solar directa. Los conductores y cables aislados, utilizados cuando hay exposición directa a los rayos solares deben ser aprobados y marcado como "SR".

310-10. Límites de temperatura de los conductores. Ningún conductor debe utilizarse de modo que su temperatura de operación supere la designada para el tipo de conductor aislado al que pertenezca. En ningún caso deben ir juntos los conductores de tal 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 cualquiera de los conductores empleados.

NOTA: La temperatura nominal de un conductor (véanse las Tablas 310-13 y 310-61) es la temperatura máxima, en cualquier punto de su longitud, que puede soportar durante un periodo prolongado de tiempo sin que se produzca degradación. Las tablas de capacidad de conducción de corriente del artículo 310 y del apéndice A, los factores de corrección al final de estas tablas y las notas a las mismas, proveen una guía para coordinar el tamaño y tipo de los conductores, la corriente eléctrica máxima permitida, la corriente eléctrica resultante, la temperatura ambiente y el número de conductores asociados.

Los principales determinantes de la temperatura de operación de los conductores 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 eléctrica, incluidas las corrientes fundamentales y sus armónicas.

3) El factor de disipación del calor generado al medio ambiente. El aislamiento térmico que cubre o rodea a los conductores puede afectar ese factor de disipación.

Conductores adyacentes que transportan carga. Los conductores adyacentes tienen el doble efecto de elevar la temperatura ambiente y de impedir la disipación de calor.

310-12. Identificación de los conductores

a) Conductores puestos a tierra. Los conductores aislados, de tamaño nominal de 13,3 mm² (6 AWG) o más pequeños, diseñados para usarse como conductores puestos a tierra en circuitos, deben tener una identificación exterior de color blanco o gris claro. Los cables multiconductores planos de tamaño nominal de 21,2 mm² (4 AWG) o mayores pueden llevar un borde exterior sobre el conductor puesto a tierra.

Excepción 1: Los cables de aparatos eléctricos, como se indica en el artículo 402.

Excepción 2: Los cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral.

Excepción 3: Un conductor de circuitos derivados identificado como se establece en 2 10-5(a).

Excepción 4: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión de una instalación aseguren que sólo interviene en ella personal calificado, se permite que los conductores puestos a tierra de los cables multiconductores se identifiquen permanentemente en sus terminales en el momento de la instalación, mediante una marca clara de color blanco u otro medio igualmente eficaz.

En los cables aéreos, la identificación debe ser como se indica o por medio de un borde situado en el exterior del cable, lo cual permita identificarlo.

Se considera que los cables con recubrimiento exterior de color blanco o gris claro, pero con hilos de color en la malla para identificar al fabricante, cumplen lo establecido en esta Sección.

NOTA: Para los requisitos de identificación de conductores mayores de 13,3 mm² (6 AWG), véase 200-6.

b) Conductores de puesta a tierra. Se permite instalar conductores de puesta a tierra desnudos, cubiertos o aislados. Los conductores de puesta a tierra, cubiertos o aislados individualmente, deben tener un acabado exterior continuo verde o verde con una o más franjas amarillas.

Excepción 1: Se permite identificar permanentemente, en el momento de la instalación, a un conductor aislado o cubierto de tamaño mayor que 13,3 mm² (6 AWG) como conductor de puesta a tierra en sus dos extremos y en todos los puntos en los que el conductor esté accesible. La identificación se debe hacer por uno de los métodos siguientes:

- a. Quitando el aislamiento o cubierta del conductor en toda la parte expuesta.
- b. Pintando de verde el aislamiento o cubierta en toda la parte expuesta.
- c. Marcando la parte expuesta del aislamiento o cubierta con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde.

Excepción 2: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión de una instalación aseguren que sólo personal calificado tiene acceso a la misma, se permite identificar permanentemente un conductor aislado en un cable multiconductor que se identifique como conductor de puesta a tierra en cada extremo y en todos los puntos en que el conductor esté accesible, en el momento de la instalación, por uno de los métodos siguientes:

- a. Quitando el aislamiento o cubierta del conductor en toda la parte expuesta.
- b. Pintando de verde el aislamiento o cubierta en toda la parte expuesta.
- c. Marcando la parte expuesta del aislamiento o la cubierta con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde.

c) Conductores de fase. Los conductores que vayan a utilizarse como conductores de fase, ya sea como conductores sencillos o en cables multiconductores, deben estar identificados de modo que se distingan claramente de los conductores puestos a tierra y de los de puesta a tierra. Los conductores de fase se deben distinguir por colores distintos al blanco, gris claro o verde o por cualquier combinación de colores y sus correspondientes marcas. Estas marcas deben ir también en un color que no sea blanco, gris claro o verde, y deben consistir en una franja o franjas, o una serie de marcas iguales espaciadas de manera uniforme. Estas marcas no deben interferir en modo alguno con las marcas superficiales que se exigen en 310-1 1(b)(1).

Excepción: Lo que se permite en 200-7.

310-15. Capacidad de conducción de corriente para tensiones nominales de 0 a 2 000 V. Se permite calcular la capacidad de conducción de corriente de los conductores mediante los siguientes incisos (a) o (b).

NOTA: Para las capacidades de conducción de corrientes calculadas en esta Sección no se tiene en cuenta la caída de tensión eléctrica. Para los circuitos derivados, véase la Nota 4 de 210-19(a), para los circuitos de alimentación, véase la Nota 2 de 2 15-2(b).

a) Disposiciones generales. Para la selección del tamaño nominal de los conductores, la capacidad de conducción de corriente de los conductores de 0 a 2 000 V nominales se debe considerar como máximo los valores especificados en las Tablas de capacidad de conducción de corriente 31 0-16 a 310-19 y los incisos (d) a (j) siguientes.

Las Tablas 310-16 a 310-19 son tablas de aplicación para usarse en la selección del tamaño nominal de los conductores con las cargas calculadas de acuerdo con el artículo 220. La capacidad de conducción de corriente permanentemente admisible es el resultado de tener en cuenta uno o más de los siguientes factores:

1. La compatibilidad en temperatura con equipo conectado, sobre todo en los puntos de conexión.
2. La coordinación con los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito y de la instalación.
3. El cumplimiento de los requisitos del producto de acuerdo con su norma específica correspondiente. A este respecto véase 110-3.
4. El cumplimiento de las normas de seguridad establecidas por las prácticas industriales y procedimientos normalizados.

b) Supervisión de ingeniería. Con la supervisión de personal de ingeniería, se permite calcular la capacidad de conducción de corriente de los conductores mediante la siguiente fórmula general:

Ecuación:

$$I = ((TC - (TA + \Delta TD)) / (Rcc(1 + YC)RCA))^{1/2}$$

+

donde:

TC = Temperatura del conductor en °C.

TA = Temperatura ambiente en °C.

ΔTD = Incremento de la temperatura por pérdidas del dieléctrico.

R_{CC} = Resistencia de c.c. del conductor a la temperatura TC.

Y_C = Componente de resistencia de c.a. debida a los efectos superficial y de proximidad.

R_{CT} = Resistencia térmica efectiva entre el conductor y el ambiente que lo rodea.

c) **Selección de la capacidad de conducción de corriente.** Cuando se calculan diferentes capacidades de conducción de corriente que se pudieran aplicar para un circuito de longitud dada, se debe tomar la de menor valor.

Excepción: Cuando se aplican dos valores de capacidad de conducción de corriente a partes adyacentes de un circuito, se permite utilizar la de mayor capacidad más allá del punto de transición, a la distancia de 3 m o 10% de la longitud del circuito, la distancia que sea menor.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores según su conexión a los puntos terminales, véase 110-14(c).

d) **Circuitos de alimentación y acometidas a unidades de vivienda a 120/240 V, tres hilos.**

Para unidades de vivienda, se permite utilizar los conductores de la tabla 310-15(d) como conductores de entrada de acometida monofásica a 120/240 V, tres hilos, conductores de acometida subterránea y conductores del alimentador que sirve como principal fuente de alimentación de la unidad de vivienda y vayan instalados en canalizaciones o cables con o sin conductor de puesta a tierra de los equipos. Para la aplicación de esta Sección, el(es) alimentador(es) principal(es) debe(n) ser el(es) alimentador(es) entre el interruptor principal y el tablero de alumbrado y carga y no se exige que los alimentadores a una unidad de vivienda sean de mayor tamaño nominal a los de la entrada de acometida. Se permite que el conductor puesto a tierra sea de menor tamaño nominal que los conductores de fase, siempre que se cumplan los requisitos indicados en 215-2, 220-22 y 230-42.

TABLA 310-15 (d).- Tipos y designación de los conductores para alimentadores y acometidas monofásicas, tres hilos de 120/240 V para unidades de vivienda RHH, RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, THHN, XHHW, USE

Tamaño o designación mm² (AWG o kcmil)		Capacidad de conducción de corriente de la acometida o del alimentador (A)
Cobre	Aluminio	
21,2 (4)	33,6 (2)	100
26,7 (3)	42,4 (1)	110
33,6 (2)	53,5 (1/0)	125
42,4 (1)	67,4 (2/0)	150
53,5(1/0)	85,0 (3/0)	175
67,4(2/0)	107 (4/0)	200
85,0(3/0)	127 (250)	225
107 (4/0)	152 (300)	250
127 (250)	177 (350)	300
177 (350)	253 (500)	350
203 (400)	304 (600)	400

e) **Conductores desnudos o cubiertos.** Cuando se usen juntos conductores desnudos o cubiertos, con conductores aislados, su capacidad de conducción de corriente se debe limitar al permitido para conductores aislados adyacentes.

f) **Cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral.** Los límites de temperatura en los que se basa la capacidad de conducción de corriente de los cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral, se calcula por los materiales aislantes utilizados en el sello final. Los herrajes de terminación que lleven material aislante orgánico sin impregnar, tienen un límite de temperatura de operación de 90°C.

g) **Factores de ajuste.**

1.- **Más de tres conductores portadores de corriente en un cable o canalización.** Cuando el número de conductores portadores de corriente en un cable o canalización sea mayor que tres, la capacidad de conducción de corriente se debe reducir con los factores que se indican en la Tabla 310-15(g).

TABLA 310-1 5(g).- Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable

Número de conductores portadores de corriente	Por ciento de valor de las tablas ajustado para la temperatura ambiente si fuera necesario
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50
De 21 a 30	45
De 31 a 40	40
41 y más	35

Cuando los conductores y los cables multiconductores vayan juntos una distancia de más de 0,60 m sin mantener la separación y no vayan instalados en canalizaciones, las capacidades de conducción de corriente de cada conductor se deben reducir como se indica en la tabla anterior.

Excepción 1: Cuando haya instalados en la misma canalización o cable conductores de diferentes sistemas, como se explica en 300-3, los factores de corrección anteriores se deben aplicar sólo a los conductores de fuerza e iluminación (Artículos 210, 215, 220 y 230).

Excepción 2: A los conductores instalados en soportes tipo charola para cables se les debe aplicar lo establecido en 318-11.

Excepción 3: Estos factores de corrección no se deben aplicar en uniones de canalizaciones cuya longitud no supere 0,60 m

Excepción 4: Estos factores de corrección no se deben aplicar a conductores subterráneos que entren o salgan de una zanja exterior, si esos conductores están protegidos físicamente por tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o no metálico tipo pesado de una longitud no mayor que 3,0 m y el número de conductores no pase de cuatro.

Excepción 5: Para otras condiciones de carga, se permite calcular la capacidad de conducción de corriente y los factores de ajuste según lo establecido en 310-15(g).

NOTA: Para los factores de ajuste de más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable con diversas cargas, véase el Apéndice A, Tabla A-310-1 1.

2.- Más de un ducto o canalización. Se debe conservar la separación entre ductos o canalizaciones para no cambiar las condiciones de reactancia inductiva del circuito.

3.- Cables expuestos a la radiación solar. Cuando los cables estén expuestos a la radiación solar, las capacidades de conducción de corriente indicadas en las tablas 310-16 a 310-19 se deben multiplicar por un factor de ajuste de 0,85. Adicionalmente deben realizarse las correcciones necesarias a la capacidad de conducción de corriente por temperatura ambiente, así como las correcciones por agrupamiento indicadas arriba en 310-15 (g)(1).

h) Protección contra sobrecorriente. Cuando las capacidades nominales o el ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no correspondan con las capacidades nominales y con los valores de ajuste permitidos para esos conductores, se permite tomar los valores inmediatamente superiores, según lo establecido en 240-3(b) y 240-3(c).

i) Conductor neutro

1.- Un conductor neutro que transporte sólo la corriente desbalanceada de otros conductores del mismo circuito, no se considera para lo establecido en 310-15(g).

2.- En un circuito de tres hilos consistente en dos fases y el neutro de un sistema de cuatro hilos, tres fases en estrella, el conductor común transporta aproximadamente la misma corriente que la de línea a neutro de los otros conductores, por lo que se debe considerar al aplicar lo establecido en 310-15(g).

3.- En un circuito de cuatro hilos tres fases en estrella, cuando la mayor parte de las cargas no son lineales, por el conductor neutro pasan armónicas de la corriente por lo que se le debe considerar como conductor activo o portador de corriente.

j) **Conductor de puesta a tierra o de empalme.** Al aplicar lo establecido en 310-15(g), no se debe tener en cuenta el conductor de puesta a tierra o puente de unión empalmado a éste.

TABLA 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2 000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 31 0-1 3)					
mm ²	AWG o kcmil	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
		TIPOS TW* CCE TWD-UV	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT, USE	TIPOS MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHW- LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2, USE-2 FEP*, FEPB*	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*, XHHW-2, DRS	TIPOS RHW-2, XHHW*, XHHW-2, DRS
Cobre							
0,824	18	--	--	14	--	--	--
1,31	16	--	--	18	--	--	--
2,08	14	20*	20*	25*	--	--	--
3,31	12	25*	25*	30*	--	--	--
5,26	10	30	35*	40*	--	--	--
8,37	8	40	50	55	--	--	--
13,3	6	55	65	75	40	50	60
21,2	4	70	85	95	55	65	75
26,7	3	85	100	110	65	75	85
33,6	2	95	115	130	75	90	100
42,4	1	110	130	150	85	100	115
53,5	1/0	125	150	170	100	120	135
67,4	2/0	145	175	195	115	135	150
85,0	3/0	165	200	225	130	155	175
107	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	190	230	255
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	355	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	310	375	420
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	450
458	900	435	520	585	355	425	480
507	1 000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	520	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1010	2000	560	665	750	470	560	630

FACTORES DE CORRECCION						
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes					
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96

36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76
56-60	„„	0,58	0,71	„„	0,58	0,71
61-70	„„	0,33	0,58	„„	0,33	0,58
71-80	„„	„„	0,41	„„	„„	0,41

A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta norma, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (), no debe superar 15 A para 2,08 mm² (14 AWG); 20 A para 3,31 mm² (12 AWG) y 30 A para 5,26 mm² (10 AWG), todos de cobre.

Véase Sección 310-15

TABLA 310-17.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables monoconductores aislados de 0 a 2 000 V nominales, al aire libre y a temperatura ambiente de 30 °C

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor (ver tabla 310-13)					
mm ²	AWG o kcmil	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
		TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS*, THWN*, XHHW*, USE	TIPOS MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THW-LS*, THWN-2*, XHHW*, XHHW-2, USE-2 FEP*, FEPB*	TIPOS UF	TIPOS RHH*, XHHW*	TIPOS RHW-2, XHHW*, XHHW-2	
		Cobre			Aluminio		
0,824	18	....	---	18	....	....	....
1,31	16	....	---	24	....	....	....
2,08	14	25*	30*	35*	....	....	....
3,31	12	30*	35*	40*	....	....	....
5,26	10	40	50*	55*	....	....	....
8,37	8	60	70	80	....	....	....
13,3	6	80	95	105	60	75	80
21,2	4	105	125	140	80	100	110
26,7	3	120	145	165	95	115	130
33,6	2	140	170	190	110	135	150
42,4	1	165	195	220	130	155	175
53,5	1/0	195	230	260	150	180	205
67,4	2/0	225	265	300	175	210	235
85,0	3/0	260	310	350	200	240	275
107	4/0	300	360	405	235	280	315
127	250	340	405	455	265	315	355
152	300	375	445	505	290	350	395
177	350	420	505	570	330	395	445
203	400	455	545	615	355	425	480
253	500	515	620	700	405	485	545
304	600	575	690	780	455	540	615
355	700	630	755	855	500	595	675
380	750	655	785	885	515	620	700
405	800	680	815	920	535	645	725
456	900	730	870	985	580	700	785
507	1 000	780	935	1 055	625	750	845
633	1 250	890	1 065	1 200	710	855	960
760	1 500	980	1 175	1 325	795	950	1 075
887	1 750	1 070	1 280	1 445	875	1 050	1 185
1 010	2 000	1 155	1 385	1 560	960	1 150	1 335

FACTORES DE CORRECCION						
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes.					
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91

41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76
56-60	,,,	0,58	0,71	,,,	0,58	0,71
61-70	,,,	0,33	0,58	,,,	0,33	0,58
71-80	,,,	,,,	0,41	,,,	,,,	0,41

A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta norma, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (), no debe superar 15 A para 2,08 mm² (14 AWG); 20 A para 3,31 mm² (12 AWG) y 30 A para 5,26 mm² (10 AWG), todos de cobre.

Véase Sección 310-15

ARTICULO 318 - SOPORTES TIPO CHAROLA PARA CABLES

318-2. Definición. Sistema de soportes tipo charola para cables. Es una unidad o conjunto de unidades o secciones y accesorios, que forman un sistema estructural rígido utilizado para soportar cables y canalizaciones.

318-3. Usos permitidos. Las soportes tipo charola para cables no se limitan a los establecimientos industriales.

a) Métodos de alambrado. Se permite la instalación en soporte tipo charola para cables, en las condiciones establecidas en sus respectivos artículos, para lo siguiente:

- 1) Cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral (Artículo 330)
- 2) Tubo (conduit) no metálico (Artículo 331)
- 3) Cables armados tipo AC (Artículo 333)
- 4) Cables con armadura metálica (Artículo 334)
- 5) Cables con cubierta no metálica (Artículo 336)
- 6) Cables multiconductores para entrada de acometida (Artículo 338)
- 7) Cables multiconductores para alimentadores y circuitos derivados subterráneos (Artículo 339)
- 8) Cables de energía y control para uso en soporte tipo charola (Artículo 340)
- 9) Cables de instrumentos para uso en soporte tipo charola
- 10) Cables de baja energía para uso en soporte tipo charola (Secciones 725-50, 725-51 y 725-53)
- 11) Otros cables multiconductores de energía, señales y control montados en fábrica, específicamente aprobados para su instalación en soportes tipo charola para cables
- 12) Cables monoconductores tipos THW-LS, THHW-LS, XHHW-LS, cables sin contenido de halógenos, para interiores o exteriores donde se requiera mayor protección contra la propagación de incendio y de baja emisión de humos (Artículo 310). Cuando no se requieran las características anteriores pueden usarse conductores con aislamiento tipo THHN y THWN (Artículo 310)

Los conductores o cables para uso en soportes tipo charola deben ser aprobados para ese uso e identificados con el marcado CT. Los conductores o cables que quedan expuestos a los rayos del sol deben ser aprobados como resistentes a los rayos solares e identificados con el marcado SR.

- 13) Tubo (conduit) metálico tipo semipesado (Artículo 345)
- 14) Tubo (conduit) metálico tipo pesado (Artículo 346)
- 15) Tubo (conduit) no metálico tipo pesado (Artículo 347)
- 16) Tubo (conduit) metálico tipo ligero (Artículo 348)
- 17) Tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero (Artículo 349)
- 18) Tubo (conduit) metálico flexible (Artículo 350)
- 19) Cables de fibra óptica (Artículo 770)
- 20) Tubo (conduit) flexible hermético a los líquidos metálico y no metálico (Artículo 351)

b) **En instalaciones industriales.** Los métodos de alambrado indicados en 31 8-3(a) se pueden utilizar en cualquier establecimiento industrial en las condiciones establecidas en sus respectivos Artículos. En instalaciones industriales, cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que el sistema de soporte tipo charola para cables es atendido sólo por personas calificadas, se permite instalar cualquiera de los siguientes cables en soporte tipo charola para cables, en los tipos escalera, malla o de fondo ventilado.

1) Cables monoconductores. Los cables monoconductores deben ser de 21,2 mm₂ (4 AWG) o mayor y de un tipo aprobado e identificado para su uso en soportes tipo charola para cables, como se indica en la Sección 318-3 a)(12). Cuando se instalen cables monoconductores de tamaño nominal de 53,5 mm₂ (1/0 AWG) a 107 mm₂ (4/0 AWG) en soportes tipo escalera, la separación de los travesaños debe ser de 23 cm, como máximo. Cuando se instalen cables monoconductores de tamaño nominal menores a 53,5 mm₂ (1/0 AWG) y hasta 21,2 mm₂ (4 AWG) en soportes tipo escalera, la separación de los travesaños debe ser de 16 cm, como máximo.

Excepción 1: Los cables de máquinas de soldar eléctricas, como se permite en el Artículo 630 Parte E.

Excepción 2: Los cables monoconductores utilizados como conductores de puesta a tierra de equipo, pueden estar aislados, cubiertos o desnudos, de 21,2 mm₂ (4 AWG) o mayores.

2) Multiconductores. Los cables multiconductores de tipo MT (MV) (Artículo 326) para uso en soportes tipo charola para cables y expuestos directamente a los rayos del sol deben estar aprobados e identificados como se indica en la Sección 318-3 a)(12).

c) **En áreas peligrosas (clasificadas).** Los soportes tipo charola para cables en áreas peligrosas (clasificadas), sólo deben contener los tipos de cables permitidos en 501-4, 502-4, 503-3 y 504-20.

d) **Soporte tipo charola de material no metálico para cables.** Se permite utilizar soportes tipo charola de material no metálico para cables en zonas corrosivas y en las que requieran aislamiento a la tensión eléctrica.

318-4. Usos no permitidos. No está permitido utilizar sistemas de soporte tipo charola para cables:

- a) En cubos de elevadores o donde puedan estar sujetos a daño físico severo.
- b) En espacios de manejo de aire ambiental, excepto lo permitido en 300-22.
- c) Como conductor de puesta a tierra de equipos

318-6. Instalación

a) **Sistema completo.** Los soportes tipo charola para cables deben instalarse como sistemas completos. Si en campo o durante la instalación se hacen curvas o modificaciones, deben estar de manera que se mantenga la continuidad eléctrica del sistema y el soporte continuo de los cables. Se permite que los sistemas de soporte tipo charola para cables tengan segmentos mecánicamente discontinuos entre los tramos de cables o entre los cables y el equipo siempre y cuando se mantenga la continuidad con uno o varios puentes de unión según 250-75 y 250-79. El sistema debe ofrecer soporte a los cables según lo establecido en los correspondientes Artículos. Si se hacen puentes de unión, deben cumplir con lo establecido en 250-75.

b) **Terminación antes de la instalación.** Cada tramo del soporte tipo charola para cables debe estar completamente terminado antes de la instalación de los cables.

c) **Apoyos.** Se deben instalar apoyos que eviten esfuerzos sobre los cables cuando éstos entren al soporte tipo charola para cables desde canalizaciones u otros envolventes. En los soportes tipo charola que lleguen o pasen a través del piso, deben colocarse tapas que lleguen hasta una altura mínima de 1,80 m sobre el nivel del piso terminado. Cuando se emplean tapas en soportes tipo charolas instalados en exteriores, deben asegurarse firmemente para evitar que se desprendan por efectos del viento.

d) **Cubiertas.** En las partes o tramos que los soportes tipo charola estén expuestos a la caída de objetos o a la acumulación de escombro o materiales corrosivos o donde se requiera mayor protección, se deben instalar tapas o cubiertas protectoras de un material compatible con el del soporte.

Cables multiconductores de 600 V nominales o menos. Se permite instalar en el mismo soporte tipo charola cables multiconductores de 600 V nominales o menos.

f) **Cables de más de 600 V nominales.** No se deben instalar en el mismo soporte tipo charola cables de más de 600 V nominales con otros cables de 600 V nominales o menores.

Excepción 1: Cuando estén separados por una barrera fija de un material sólido compatible con el del soporte tipo charola.

Excepción 2: Cuando los cables de más de 600 V sean tipo MC.

g) **Paso a través de paredes y separaciones.** Se permite que los soportes tipo charola para cables se prolonguen transversalmente a través de paredes y tabiques o verticalmente a través de pisos y plataformas en lugares mojados o secos cuando la instalación completa con los cables esté hecha de acuerdo con los requisitos indicados en 300-2 1 y 318-6(c).

h) **Expuestos y accesibles.** Los soportes tipo charola para cables deben estar expuestos y accesibles, excepto en lo permitido en 318-6(g).

i) **Acceso adecuado.** Alrededor de los soportes tipo charola se debe dejar y mantener un espacio suficiente que permita el acceso adecuado para la instalación y mantenimiento de los cables.

j) **Tubo (conduit) y cables instalados en soportes tipo charola.** En instalaciones industriales, cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que el sistema de soporte tipo charola es atendido únicamente por personas calificadas y estén proyectados de modo que puedan soportar la carga, se permite apoyar tubos (conduit) y cables. Para la terminación de los tubos (conduit) en la charola se debe utilizar una abrazadera o adaptador aprobado y listado y no es necesario un soporte a menos de 0,90 m de la charola. Para los tubos (conduit) y cables que vayan paralelos a la charola, al lado de ella o por debajo, los soportes deben cumplir los requisitos establecidos en los correspondientes Artículos relativos al tubo (conduit) o al cable.

k) **Derivaciones a equipo.** Las derivaciones de soportes tipo charola a equipos deben realizarse de forma que el agua pueda drenarse lejos de la entrada al equipo.

l) **Tuberías con servicios no eléctricos en proximidad a los soportes tipo charola.** Ver la Sección 300-8. La separación entre soportes tipo charola y otras tuberías con servicios no eléctricos, no debe ser menor que 0,60 m.

318-7. Puesta a tierra de los soportes para cables

a) **Soporte tipo charola metálico para cables.** Los soportes tipo charola metálicos para cables que soporten conductores se deben poner a tierra como lo exige el Artículo 250 para las envolventes de conductores. Para la puesta a tierra deben cumplirse los siguientes requisitos:

1) Las secciones de soporte tipo charola, los accesorios y otras canalizaciones conectadas deben empalmarse o unirse según lo establecido en 250-75, utilizando conectores mecánicos con tornillos o puentes de unión que cumplan los requisitos establecidos en 250-79.

2) Para efectuar la conexión de puesta a tierra del sistema de soporte tipo charola, se debe proveer de un cable de puesta a tierra de un material compatible con el del soporte y en toda la extensión del sistema de soporte tipo charola. El conductor de puesta a tierra debe unirse eléctricamente a los soportes tipo charola utilizando conectores metálicos con tornillos o puentes de unión de sección transversal adecuada a intervalos no mayores que 15 m. El tamaño nominal del conductor de puesta a tierra debe basarse en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito o circuitos instalados en el soporte tipo charola.

3) El conductor de puesta a tierra puede alojarse en la parte exterior del soporte tipo charola, siempre que no quede expuesto a daño mecánico.

318-8. Instalación de los cables

a) **Empalmes.** Se permiten empalmes hechos y aislados con métodos y accesorios aprobados, en un soporte tipo charola para cables, siempre que sean accesibles y no sobresalgan de los rieles laterales.

b) **Amarres de seguridad.** Los cables o conjuntos de cables deben fijarse firmemente y en forma segura a los travesaños de los soportes tipo charola en todos los tramos a distancias no mayores a 70 cm. El material de los amarres debe ser de forma que no afecte al aislamiento o a la cubierta de los cables y ser resistente a los esfuerzos dinámicos y mecánicos en operación normal y en condiciones de falla. En caso de alambrados expuestos al sol o a la intemperie, los amarres deben ser aprobados para esas condiciones ambientales.

c) **Tubo (conduit) y acoplamientos.** Cuando los cables o conductores estén instalados en tubo (conduit) y utilicen los acoplamientos aprobados para soporte y protección contra daño físico del conductor, no es necesario instalar una caja.

d) **Conexión en paralelo.** Cuando los cables monoconductores (fase o neutro) de un circuito se conecten en paralelo como se permite en 310-4, los conductores se deben instalar en grupos consistentes en no más de un conductor por fase o neutro para prevenir desbalanceo de corriente eléctrica en los conductores en paralelo, debidos a la reactancia inductiva.

Los cables monoconductores se deben amarrar firmemente en grupos de circuitos para evitar movimiento excesivo si se producen esfuerzos mecánicos por fallas a tierra.

No se requiere enlazar los cables cuando los cables monoconductores estén cableados entre sí, como en los conjuntos tríplex o cuádruplex hechos en fábrica, pero sí deben sujetarse al soporte tipo charola.

e) Cables monoconductores. Cuando los cables monoconductores instalados en un soporte tipo escalera, fondo ventilado o malla sean de 21,2 mm₂ (4 AWG) a 107 mm₂ (4/0 AWG), deben colocarse en una sola capa y la suma de los diámetros de los cables no debe exceder el ancho del soporte tipo charola. Cuando los cables monoconductores son cableados entre sí (tríplex o cuádruplex) o son amarrados entre sí formando conjuntos, la suma de los diámetros de los conjuntos de cables no debe exceder el ancho del soporte tipo charola y los grupos deben colocarse en una sola capa.

f) Cables de diferentes tensiones eléctricas. Los soportes tipo charola para cables con elementos de diferente nivel de tensión eléctrica deben ser colocados en un orden tal que los cables de mayor tensión queden más alejados de las personas.

g) Capacidad de carga de los soportes. El soporte tipo charola para cables debe seleccionarse de forma que la suma de los pesos de los cables y canalizaciones que se coloquen sobre él, sea igual o menor que la capacidad de carga aprobada para el producto (véase 110-2).

318-9. Número de cables multiconductores de 2 000 V nominales o menos en soporte tipo charola para cables. El número de cables multiconductores de 2 000 V nominales o menos permitidos en un soporte tipo charola para cables, no debe superar lo establecido en esta Sección. Los tamaños nominales de los conductores mencionados se refieren tanto a conductores de cobre como de aluminio.

a) Cualquier combinación de cables. Cuando un soporte tipo charola para cables, de fondo ventilado o tipo malla contenga cables multiconductores de energía o de iluminación o cualquier combinación de cables multiconductores de energía, iluminación, control y señales, el número máximo de cables debe ser el siguiente:

1) Si todos los cables son de 107 mm₂ (4/0 AWG) o mayores, la suma de los diámetros de todos ellos incluyendo el aislamiento no debe superar el ancho del soporte y los cables deben ir instalados en una sola capa.

2) Si todos los cables son menores de 107 mm₂ (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales incluyendo el aislamiento de todos los cables no debe superar la superficie máxima permisible de la columna 1 en la Tabla 318-9, para el correspondiente ancho del soporte.

3) Si en el mismo soporte se instalan cables de 107 mm₂ (4/0 AWG) o mayores con cables menores a 107 mm₂ (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales incluyendo el aislamiento de todos los cables menores a 107 mm₂ (4/0 AWG) no debe superar la superficie máxima permisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 318-9 para el correspondiente ancho del soporte. Los cables de 107 mm₂ (4/0 AWG) y mayores se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos.

b) Cables multiconductores sólo de control y/o señalización. Cuando un soporte para cables tipo escalera, de fondo ventilado o tipo malla para cables, con una profundidad interior útil de 15 cm o menos, contenga sólo cables multiconductores de control y/o señalización, la suma del área de sección transversal de todos los cables incluyendo el aislamiento, en cualquier sección de la charola no debe superar 50% de la sección interior de dicha charola. Cuando la profundidad interior útil de la charola sea de más de 15 cm, para calcular la sección interior máxima admisible de la charola se debe tomar una profundidad de 15 cm.

c) Charola de fondo sólido para cualquier combinación de cables. Cuando un soporte tipo charola de fondo sólido para cables contenga cables multiconductores de energía o iluminación o cualquier combinación de cables multiconductores de energía, iluminación, señalización y control, el número máximo de cables que contenga debe ser el siguiente:

1) Si todos los cables son de 107 mm₂ (4/0 AWG) o mayores, la suma de los diámetros incluyendo el aislamiento de todos ellos no debe superar 90% del ancho del soporte y los cables deben ir instalados en una sola capa.

2) Si todos los cables son menores a 107 mm₂ (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables incluyendo el aislamiento no debe superar la superficie máxima permisible de la columna 3 de la Tabla 318-9 para el ancho apropiado del soporte.

3) Si en el mismo soporte se instalan cables de 107 mm₂ (4/0 AWG) o mayores con cables menores a 107 mm₂ (4/0 AWG), la suma de las secciones transversales de todos los cables incluyendo el aislamiento menores a 107 mm₂ (4/0 AWG) no debe superar la superficie máxima permisible resultante del cálculo de la columna 4 de la Tabla 318-9 para el ancho apropiado del soporte. Los cables de 107 mm₂ (4/0 AWG) y mayores se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos.

d) Soporte para cables tipo fondo sólido con cables multiconductores únicamente de control y señalización. Cuando un soporte tipo charola de fondo sólido para cables, con una profundidad interior útil de 15

cm o menos, sólo contenga cables multiconductores de control o señalización, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables incluyendo el aislamiento en cualquier sección del soporte no debe superar 40% del área de la sección transversal interior de dicho soporte. Cuando la profundidad interior útil del soporte sea de más de 15 cm, para calcular el área de la sección transversal interior máxima admisible del soporte se debe tomar una profundidad de 15 cm.

TABLA 318-9.- Superficie máxima admisible de los cables multiconductores en soportes tipo escalera, tipo malla, de fondo ventilado o sólido para cables de 2 000 V nominales o menos

Ancho interior de la charola en cm	Superficie máxima admisible de los cables multiconductores en cm ²			
	Soportes tipo escalera, malla o fondo ventilado, Sección 31 8-9(a)		Soportes para cables de fondo sólido, Sección 31 8-9(c)	
	Columna 1 Aplicable sólo a la Sección 31 8-9(a)(2) cm ²	Columna 2* Aplicable sólo a la Sección 31 8-9(a)(3) cm ²	Columna 3 Aplicable sólo a la Sección 31 8-9(c)(2) cm ²	Columna 4* Aplicable sólo a la Sección 31 8-9(c)(3) cm ²
	15	45	45 - (3 Sd)**	35
15	45	45 - (3 Sd)**	35	35 - 2,5 Sd
21	68	68 - (3 Sd)	52	52 - 2,5 Sd
30	90	90 - (3 Sd)	70	70 - 2,5 Sd
45	135	135 - (3 Sd)	106	106 - 2,5 Sd
60	180	180 - (3 Sd)	142	142 - 2,5 Sd
75	225	225 - (3 Sd)	177	177 - 2,5 Sd
90	270	270 - (3 Sd)	213	213 - 2,5 Sd

*La superficie máxima admisible de las columnas 2 y 4 se debe calcular. Por ejemplo, la superficie máxima admisible, en mm², de un soporte tipo charola para cables de 15 cm de ancho de la columna 2, debe ser 45 - (3 Sd).

**La expresión Sd de las columnas 2 y 4 es la suma de diámetros en cm de todos los cables multiconductores de 107 mm² (4/0 AWG) y mayores instalados en el mismo soporte tipo charola con cables más pequeños.

Nota: Para anchos de soportes no incluidos en la tabla, interpolar los valores.

e) **Soporte tipo canal ventilado o malla para cables.** Cuando se instalen cables multiconductores de cualquier tipo en soporte tipo canal ventilado o malla para cables, se debe aplicar lo siguiente:

1) Cuando sólo haya instalado un cable multiconductor, el área de su sección transversal no debe exceder el valor especificado en la columna 1 de la Tabla 318-9(e).

2) Cuando haya instalado 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 318-9(e).

TABLA 31 8-9(e).- Superficie máxima admisible de los cables multiconductores en soportes tipo charola de canal ventilado o malla para cables de 2000 V nominales o menos

Ancho interior del canal (cm)	Superficie máxima admisible de los cables multiconductores (cm ²)	
	Columna 1 Un solo cable	Columna 2 Más de un cable
7,5	5	5
	8	8
	15	16
	30	25

318-10. Número de cables monoconductores de 2 000 V nominales o menores en soporte tipo charola para cables. El número de cables monoconductores de 2 000 V nominales o menores permitidos en una sola parte de un soporte tipo charola, no debe superar lo establecido en esta Sección. Los conductores o conjuntos de conductores se deben distribuir uniformemente a lo ancho de todo el soporte. Los tamaños nominales utilizados en este soporte se refieren tanto a conductores de cobre como de aluminio.

a) **Soporte tipo escalera, de fondo ventilado o malla para cables.** Cuando un soporte tipo escalera, de fondo ventilado o malla contenga cables monoconductores, el número máximo de éstos debe cumplir con los siguientes requisitos:

1) Si todos los cables son de 507 mm^2 (1 000 kcmil) o mayores, la suma de los diámetros de los cables incluyendo el aislamiento no debe superar el ancho del soporte tipo charola.

2) Si todos los cables son de 127 mm^2 (250 kcmil) a 507 mm^2 (1 000 kcmil), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables incluyendo el aislamiento no debe superar la superficie máxima permitida en la Columna 1 de la Tabla 318-10, para el ancho correspondiente del soporte.

3) Si hay instalados en la misma charola cables monoconductores de 507 mm^2 (1 000 kcmil) o mayores con cables monoconductores menores a 507 mm^2 (1 000 kcmil), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables incluyendo el aislamiento menores a 507 mm^2 (1 000 kcmil) no debe superar la superficie máxima admisible resultante del cálculo de la Columna 2 de la Tabla 318-10, para el ancho correspondiente del soporte.

4) Cuando cualquiera de los cables instalados sean de $21,2 \text{ mm}^2$ (4 AWG) a 107 mm^2 (4/0 AWG), la suma de los diámetros de todos los cables monoconductores incluyendo el aislamiento no debe superar el ancho del soporte.

b) **Soporte tipo canal ventilado o malla para cables.** Cuando un soporte tipo canal ventilado o malla de 5 cm, 7,5 cm, 10 cm o 15 cm de ancho contenga cables monoconductores, la suma de los diámetros de todos los cables monoconductores incluyendo el aislamiento no debe superar el ancho interior del canal.

31 8-11. Capacidad de conducción de corriente de los cables de 2 000 V o menores en soportes tipo charola para cables

a) **Cables multiconductores.** La capacidad de conducción de corriente de los cables multiconductores de 2 000 V nominales o menores, instalados según los requisitos indicados en 318-9, deben cumplir con la capacidad de conducción de corriente de las Tablas 310-16 y 310-18. Los factores de ajuste de la Sección 310-15(g), para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V, deben aplicarse sólo a cables multiconductores con más de tres conductores que transporten corriente eléctrica. La corrección se debe limitar al número de conductores que transportan corriente eléctrica en el cable y no al número de conductores en el soporte tipo charola.

Excepción 1: Cuando los soportes tipo charola para cables tengan cubiertas continuas a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables multiconductores tengan más de 95% de la capacidad de conducción de corriente indicada en las Tablas 310-16 y 310-18.

Excepción 2: Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en soporte tipo charola sin cubierta o tapa, guardando una separación entre cables no inferior al diámetro del cable, su capacidad de conducción de corriente no debe exceder la establecida en 310-15(b) para cables multiconductores con no más de tres conductores aislados de 0 a 2 000 V nominales al aire libre, corregido para la correspondiente temperatura ambiente. Véase la Tabla A-310-3 del Apéndice A.

TABLA 318-10.- Superficie máxima admisible de los cables monoconductores en soportes tipo escalera, malla, de canal ventilado para cables de 2 000 V nominales o menos

Ancho interior de la charola (cm)	Superficie máxima admisible de los cables monoconductores (cm^2)	
	Columna 1 Aplicable sólo a la Sección 318-1 0(a)(2)	Columna 2 aplicable sólo a la Sección 318-1 0(a)(3)
15	42	42 - (2,8 Sd) **
23	61	61 - (2,8 Sd)
30	84	84 - (2,8 Sd)
45	125	125 - (2,8 Sd)
60	168	168 - (2,8 Sd)
75	210	210 - (2,8 Sd)
90	252	252 - (2,8 Sd)

*La superficie máxima admisible de la Columna 2 se debe calcular. Por ejemplo, la superficie máxima admisible, en cm^2 , de una charola de 15 cm de ancho de la Columna 2, debe ser 42 - (2,8 Sd)

**La expresión Sd de la columna 2 es la suma de diámetros en cm de todos los cables monoconductores de 507 mm^2 (1 000 kcmil) y mayores instalados en la misma charola con cables más pequeños.

b) **Cables monoconductores.** Los factores de ajuste de la Sección 310-15(g), para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V, no se deben aplicar a la capacidad de conducción de corriente de los cables en soportes tipo charola. La capacidad de conducción de corriente permisible de un cable monoconductor o de los cables monoconductores instalados juntos (en grupos de tres, de cuatro, etc.) de 2 000 V nominales o menores, debe cumplir lo siguiente:

1) Cuando se instalen cables monoconductores de 304 mm^2 (600 kcmil) y mayores en soportes tipo charola sin cubierta superior o tapa, según los requisitos indicados en 318-10, su capacidad de conducción de

corriente no debe exceder 75% de la capacidad de conducción de corriente permitida en las Tablas 310-17 y 310-19. Cuando los soportes tipo charola para cables estén cubiertos continuamente a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables monoconductores de 304 mm² (600 kcmil) y mayores tengan más de 70% de la capacidad de conducción de corriente permitida de las Tablas 310-17 y 310-19.

2) Cuando se instalen cables monoconductores de 21,2 mm² (4 AWG) a 253 mm² (500 kcmil) en soportes tipo charola sin cubierta superior o tapa, según los requisitos de 318-10, su capacidad de conducción de corriente permitida, no debe superar 65% de la capacidad de conducción de corriente permitida de las Tablas 310-17 y 310-19. Cuando los soportes tipo charola para cables estén cubiertos continuamente a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que cables monoconductores de 21,2 mm² (4 AWG) a 253 mm² (500 kcmil) tengan más de 60% de la capacidad de conducción de corriente permitida en las Tablas 310-17 y 310-19.

3) Cuando se instalen cables monoconductores en una sola capa en soportes tipo charola sin cubierta superior o tapa, guardando una separación entre cables no inferior al diámetro de cada conductor, la capacidad de conducción de corriente permitida en cables de 21,2 mm² (4 AWG) y mayores no debe superar la capacidad de conducción de corriente permitida en las Tablas 310-17 y 310-19.

4) Cuando se instalen cables monoconductores en configuración triangular o cuadrada en soportes tipo charola sin cubierta superior o tapa, guardando una separación entre circuitos no inferior a 2,15 veces el diámetro exterior de un conductor (2,15 x DE), de cables de 21,2 mm² (4 AWG) y mayores no debe superar la capacidad de conducción de corriente permitida de dos o tres cables monoconductores aislados de 0 a 2000 V nominales soportados por un mensajero, como se indica en la Tabla A-310-2 del Apéndice A.

318-12. Número de cables de Tipo MT (MV) y MC de 2 001 V nominales en adelante en soportes tipo charola para cables. El número de cables de 2 001 V nominales en adelante, permitido en una sola charola de cables, no debe superar los requisitos de esta Sección.

La suma de diámetros de los cables monoconductores y multiconductores no debe exceder el ancho de la charola y los cables deben estar instalados en una sola capa. Cuando los cables monoconductores vayan en grupos de tres, cuatro o a grupos por circuitos, la suma de los diámetros de todos los conductores no debe superar el ancho del soporte tipo charola y estos grupos deben instalarse en una sola capa.

318-13. Capacidad de conducción de corriente permitida de los cables de Tipo MT (MV) y MC (de 2 001 V nominales en adelante) en los soportes tipo charola para cables. La capacidad de conducción de corriente permitida de los cables de 2 001 V nominales en adelante, instalados en soportes tipo charola según lo indicado en 318-12, no debe exceder los requisitos de esta Sección:

a) **Cables multiconductores (de 2 001 V nominales en adelante).** La capacidad de conducción de corriente permitida de los cables multiconductores debe cumplir los requisitos de capacidad de conducción de corriente permitida en las Tablas 310-75 y 310-76.

Excepción 1: Cuando los soportes tipo charola para cables estén cubiertos continuamente a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables multiconductores tengan más de 95% de la capacidad nominal indicada en las Tablas 310-75 y 310-76.

Excepción 2: Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en soportes tipo charola para cables sin tapar, guardando una separación entre cables no inferior al diámetro del cable, su capacidad de conducción de corriente no debe exceder las establecidas en las Tablas 310-71 y 310-72.

b) **Cables monoconductores (de 2 001 V nominales en adelante).** La capacidad de conducción de corriente permitida de los cables monoconductores o cables en grupos de tres, cuatro, etc., debe cumplir lo siguiente:

1) La capacidad de conducción de corriente permitida de los cables monoconductores de 21,2 mm² (4 AWG) y mayores en soportes tipo charola sin cubierta superior o tapa, no debe exceder 75% de la capacidad de conducción de corriente permitida de las Tablas 310-69 y 310-70. Cuando los soportes tipo charola estén cubiertos continuamente a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables monoconductores de 21,2 mm² (4 AWG) y mayores tengan más de 70% de la capacidad de conducción de corriente nominal referida en las Tablas 310-69 y 310-70.

2) Cuando se instalen cables monoconductores de 21,2 mm² (4 AWG) o mayores en una sola capa en soportes tipo charola sin cubierta superior o tapa, guardando una separación entre cables no inferior al diámetro del cable, su capacidad de conducción de corriente no debe exceder a la establecida en las Tablas 310-69 y 310-70.

3) Cuando se instalen cables monoconductores en configuración triangular (trébol) en soportes tipo charola sin cubierta superior o tapa, manteniendo una separación entre circuitos no inferior a 2,15 veces el diámetro exterior del conductor de mayor diámetro contenido en la configuración de conductores o cables (2,15 x DE), la

capacidad de conducción de corriente permitida de los cables de 21,2 mm² (4 AWG) y mayores no debe exceder la capacidad de conducción de corriente permitida referida en las Tablas 31 0-67 y 310-68.

ARTICULO 331 -TUBO (CONDUIT) NO METALICO

A. Disposiciones generales

331-1. Definición. Un tubo (conduit) no metálico es una canalización corrugada y flexible, de sección transversal circular, con acoplamientos, conectores y accesorios integrados o asociados, aprobada para la instalación de conductores eléctricos. Está compuesto de un material resistente a la humedad, a agentes químicos, a la propagación de la flama.

Una canalización flexible es una canalización que se puede doblar a mano aplicando una fuerza razonable, pero sin herramientas.

El tubo (conduit) no metálico debe ser de un material que cumpla con las características de inflamabilidad, generación de humos y toxicidad del policloruro de vinilo rígido (no plastificado).

331-3. Usos permitidos. Está permitido el uso de tubo (conduit) no metálico:

- 1) En cualquier edificio que no supere los tres pisos sobre el nivel de la calle
 - a) En instalaciones expuestas que no estén sujetas a daño físico.
 - b) En instalaciones ocultas dentro de las paredes, pisos y techos.

NOTA: Para la definición de primer piso, véase 336-5(a)(1).

- 2) En edificios que superen tres pisos sobre el nivel de la calle, el tubo (conduit) no metálico debe ir oculto en paredes, piso y techos cuando cuenten con un acabado como barrera térmica que resista al menos 15 minutos de exposición al fuego. Este acabado de barrera térmica puede utilizarse en paredes, pisos y techos combustibles y no combustibles.

NOTA: Se establece la clasificación de los acabados para ensambles que contengan soportes combustibles (de madera). La clasificación de un acabado se decide como el tiempo en el que la columna o viga de madera experimenta un incremento medio de la temperatura de 121°C o un incremento de la temperatura en un punto de 163 °C, medido en el plano de la madera más cercana del fuego. La clasificación de los acabados no se aplica a los techos de membrana.

- 3) En los lugares sometidos a fuertes influencias corrosivas, como se indica en 300-6, y cuando están expuestos a productos químicos para los cuales los materiales son específicamente aprobados.
- 4) En lugares ocultos, secos y húmedos no prohibidos en 331-4.
- 5) Por encima de los techos suspendidos, cuando los techos suspendidos ofrezcan una barrera térmica de material con un acabado de clasificación mínima de 15 minutos, como se indica en las listas de materiales contra el fuego, excepto lo permitido en 331-3(1)(a).
- 6) Embebido en concreto colado, siempre que se utilicen para las conexiones accesorios aprobados para ese uso.
- 7) En lugares interiores mojados, como se permite en esta Sección o en losas de concreto sobre o bajo el piso, con accesorios aprobados y listados para ese uso.
- 8) Ensamble prealambrado fabricado y aprobado con tubo de tamaño 16 (1/2) a 27 (1).

331-4. Usos no permitidos. No debe usarse el tubo (conduit) no metálico:

- 1) En áreas peligrosas (clasificadas).
- 2) Como soporte de aparatos y otro equipo.
- 3) Cuando esté sometido a temperatura ambiente que supere aquélla para la que el tubo (conduit) está aprobado y listado.

NOTA: Para esta Sección, la temperatura ambiente del tubo (conduit) de PVC se limita a 50°C.

- 1) Para conductores cuya limitación de la temperatura de operación del aislamiento excede la temperatura a la cual el tubo (conduit) no metálico está aprobado y listado.

-
- 2) Directamente enterrados.
 - 3) Para tensiones eléctricas superiores a 600 V.
 - 4) En lugares expuestos, excepto lo permitido en 331-3(1), 331-3(5) y 331-3(7).
 - 5) En teatros y lugares similares, excepto lo establecido en los Artículos 518 y 520.
 - 6) Cuando estén expuestos a la luz directa del sol, a menos que estén aprobadas e identificadas como "resistentes a la luz del sol".

331-6. Número de conductores en el tubo (conduit) no metálico. El número de conductores no debe exceder el permitido en la siguiente tabla:

Número de conductores	Uno	Dos	Más de dos
Todos los tipos de conductores	53	31	40

331-7. Desbastado. Todos los extremos cortados del tubo (conduit) deben desbastarse por dentro y por fuera hasta dejarlos lisos.

331-8. Uniones. Todas las uniones entre tramos de tubo (conduit) y entre el tubo (conduit) y acoplamientos, accesorios y cajas, deben hacerse con un método aprobado.

331-10. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de alambrado o jalado, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más curvas que el equivalente a cuatro de 90° (360° en total).

331-11. Soportes. El tubo (conduit) no metálico debe instalarse como un sistema completo, como lo establece el Artículo 300 y debe sujetarse firmemente a menos de 1 m de cada caja de salida, de unión, de conexiones, de cada gabinete o accesorio.

El tubo (conduit) debe sujetarse al menos cada metro.

Excepción 1: Se permiten tramos horizontales del tubo (conduit) no metálico soportados por aberturas a través de miembros estructurales a intervalos no mayores a 1 m y sujetos firmemente a menos de 1 m de los extremos.

Excepción 2: Los tramos que no superen una distancia de 1,8 m desde la conexión de una terminal de aparatos para conexión a aparatos de alumbrado.

331-12. Cajas y accesorios. Las cajas y accesorios deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 370.

331 -1 3. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y las derivaciones sólo deben hacerse en las cajas de empalmes, cajas de salida, cajas de dispositivos o cajas de paso. Para las disposiciones sobre la instalación y uso de las cajas y registros, véase el Artículo 370.

331-14. Boquillas. Cuando un tubo (conduit) no metálico entre en una caja, envolvente u otra cubierta, debe colocarse una boquilla o adaptador que proteja el aislamiento de los cables contra daños físicos, excepto si la caja, envolvente o cubierta ofrecen una protección similar.

NOTA: Para la protección de conductores de tamaño nominal de 21,2 mm² (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f)

ARTICULO 332 - TUBO (CONDUIT) DE POLIETILENO

A. Disposiciones generales

332-1. Definición. Los tubos (conduit) de polietileno pueden ser de dos tipos: una canalización semirrígida, lisa o una canalización corrugada y flexible, ambos con sección transversal circular, y sus correspondientes accesorios aprobados para la instalación de conductores eléctricos. Están compuestos de material que es resistente a la humedad y a atmósferas químicas. Estos tubos (conduit) no son resistentes a la flama.

332-3. Usos permitidos. Está permitido el uso de tubo (conduit) de polietileno y sus accesorios:

- 1) En cualquier edificio que no supere los tres pisos sobre el nivel de la calle.

2) Embebidos en concreto colado, siempre que se utilicen para las conexiones accesorios aprobados para ese uso.

3) Enterrados a una profundidad no menor que 50 cm condicionado a que se proteja con un recubrimiento de concreto de 5 cm de espesor como mínimo

332-4. Usos no permitidos. No debe usarse el tubo (conduit) de polietileno:

- 1) En áreas peligrosas (clasificadas).
- 2) Como soporte de aparatos y otro equipo.
- 3) Cuando estén sometidas a temperatura ambiente que supere aquélla para la que está aprobado el tubo (conduit).
- 4) Para conductores cuya limitación de la temperatura de operación del aislamiento exceda la temperatura a la cual el tubo (conduit) está aprobado.
- 5) Directamente enterradas.
- 6) Para tensiones eléctricas superiores a 150 V a tierra.
- 7) En lugares expuestos.
- 8) En teatros y lugares similares.
- 9) Cuando estén expuestas a la luz directa del Sol.
- 10) En lugares de reunión (véase el Artículo 518).
- 11) En instalaciones ocultas en plafones y muros huecos de tablarroca.
- 12) En cubos y ductos de instalaciones en edificios.
- 13) En las instalaciones que cubren los Artículos 545, 550, 551, 552 y 605.

332-6. Número de conductores en un tubo (conduit). El número de conductores en tubo (conduit) no debe exceder el permitido en la Tabla 10-1 del Capítulo 10.

332-7. Desbastado. Todos los extremos cortados del tubo (conduit) de polietileno deben desbastarse por dentro y por fuera hasta dejarlos lisos.

332-8. Empalmes. No se permite realizar empalmes en tubo (conduit) de polietileno.

332-10. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a dos curvas de 90° (180° máximo).

332-11. Cajas y accesorios. Las cajas y accesorios deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 370.

332-12. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las cajas de empalmes, cajas de salida, cajas de dispositivos o cajas de paso. Para las disposiciones sobre instalación y uso de las cajas y registros, véase el Artículo 370.

332-13. Boquillas. Cuando un tubo (conduit) entre en una caja, envolvente u otra cubierta, debe colocarse una boquilla o adaptador que proteja el aislamiento de los cables contra daño físico, excepto si la caja, envolvente o cubierta ofrecen una protección similar.

NOTA: Para la protección de conductores de tamaño nominal de 21,2 mm² (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

ARTICULO 344 - TUBO (CONDUIT) DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA USOS SUBTERRANEOS

A. Disposiciones generales

344-1. Descripción. Tubo (conduit) no metálico de sección circular y con paredes lisas o con estrías ligeras con coples y accesorios de fijación asociados para la instalación de conductores eléctricos en circuitos subterráneos de alta, media o baja tensión.

El tubo (conduit) no metálico debe estar fabricado de polietileno de alta densidad que es un material resistente a la humedad y a los agentes corrosivos. También puede suministrarse en carretes sin que se dañe o se deforme y debe ser de resistencia suficiente para soportar el trato, como impactos o aplastamientos, tanto durante su manejo como durante su instalación, sin que sufra daño. Cuando se instale directamente enterrado,

sin estar cubierto de concreto debe ser capaz de resistir la carga similar a la que será encontrada después de su instalación.

344-3. Usos permitidos. Se permite el uso de tubo (conduit) no metálico de polietileno de alta densidad y sus accesorios en los siguientes casos:

- 1) En instalaciones directamente enterradas. Para los requisitos mínimos de cobertura, véanse las columnas de los tubos rígidos no metálicos de las Tablas 300-5 y 710-4(b).
- 2) Empotrados o embebidos en concreto.
- 3) En relleno de escoria volcánica.
- 4) En instalaciones subterráneas sometidas a condiciones corrosivas severas, como se especifica en 300-6 y sujetas a productos químicos para los que el tubo conduit esté específicamente aprobado.
- 5) Se podrá instalar en tramos de longitud predeterminada o en forma continua desde un carrete.

344-4. Usos no permitidos. No está permitido utilizar tubo (conduit) no metálico de polietileno de alta densidad:

- 1) En lugares expuestos.
- 2) En el interior de los edificios.

Excepción: Sólo los conductores contenidos en el tubo pueden pasar hacia el interior del edificio, para elaborar sus terminales, de acuerdo con lo indicado en 300-3.

- 3) En áreas peligrosas (clasificadas), excepto lo establecido en las Secciones 504-20.
- 4) Cuando estén sometidas a temperatura ambiente que supere aquella para la que está aprobado el tubo (conduit) de polietileno de alta densidad.
- 5) Para conductores cuya limitación de la temperatura de operación del aislamiento exceda la temperatura a la cual el tubo (conduit) de polietileno de alta densidad está aprobado.

Excepción: Los conductores con temperatura de operación del aislamiento superior al del tubo (conduit) de alta densidad, deberán ser permitida su instalación en los tubos de polietileno de alta densidad, cuando estos conductores no son operados a una temperatura mayor que la cual el tubo conduit de polietileno de alta densidad está aprobado.

344-6. Desbastado. En sus extremos, el tubo (conduit) de polietileno de alta densidad debe desbastarse utilizando un método apropiado que no dañe el aislamiento de los cables ni a su cubierta exterior. Todos los extremos deben desbastarse por dentro y por fuera para dejarlos lisos.

344-7. Uniones. Todas las uniones entre el tubo (conduit) de polietileno de alta densidad, accesorios y cajas se deben hacer con método adecuado.

344-9. Boquillas. Cuando un tubo (conduit) no metálico de polietileno de alta densidad entre en una caja, accesorio u otra envolvente, se debe instalar una boquilla o adaptador que proteja al conductor o cable de la abrasión, siempre que el diseño de la caja, gabinete o cubierta no ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Para la protección de los conductores de tamaño nominal 21,2 mm² (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

344-11. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de alambrado o jalado, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más curvas que el equivalente a cuatro curvas, de 90° (360° en total).

344-12. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las cajas de empalmes, cajas de salida, cajas de dispositivos o registros. Para las disposiciones sobre instalación y uso de las cajas y registros, véase el Artículo 370.

344-14. Número de conductores. El número máximo de conductores o cables en tubo (conduit) no metálico de polietileno de alta densidad no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1 del Capítulo 10.

ARTICULO 345 - TUBO (CONDUIT) METALICO TIPO SEMIPESADO

A. Disposiciones generales

345-3. Usos permitidos

a) Todas las condiciones atmosféricas y en edificios. Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo semipesado en todas las condiciones atmosféricas y en edificios de cualquier uso. Cuando sea posible, se debe evitar que haya en la instalación metales distintos en contacto para evitar la posibilidad de reacciones galvánicas. Se permite utilizar tubo (conduit) metálico tipo semipesado como conductor de puesta a tierra del equipo.

Excepción: Se permite utilizar en tubo (conduit) metálico tipo semipesado, cubiertas y accesorios de aluminio.

b) **Protección contra la corrosión.** Se permite instalar tubo (conduit) metálico tipo semipesado, codos, juntas y accesorios en concreto, en contacto directo con la tierra o en zonas sometidas a condiciones corrosivas graves, si están protegidos contra la corrosión y se juzgan adecuados para esas condiciones.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

c) **Relleno de escoria.** Se permite la instalación de tubo (conduit) metálico tipo semipesado dentro o debajo del relleno de escoria en donde está sujeto a la humedad permanente, siempre y cuando esté embebido en concreto sin escorias, de espesor no menor que 5 cm o que se coloque a no menos de 50 cm por debajo del relleno o que se proteja contra la corrosión y se estime adecuado para esta condición.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

345-5. Lugares húmedos. Todos los apoyos, pernos, abrazaderas, tornillos, etcétera, deben ser de material resistente a la corrosión o estar protegidos por materiales resistentes contra la corrosión.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

345-7. Número de conductores en tubo (conduit). El número de conductores en tubo (conduit) no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1 del Capítulo 10, y utilizando la designación del tubo (conduit) de la Tabla 10-4 del Capítulo 10.

345-8. Escariado y roscado. Todos los extremos cortados del tubo (conduit) se deben escariar o acabar de forma apropiada para dejarlos lisos. Cuando el tubo (conduit) se rosque en obra, se debe utilizar una taraja normal con conicidad de 19 mm por cada 300 mm.

345-9. Acoplamientos y conectores.

a) **Sin rosca.** Los acoplamientos y conectores sin rosca utilizados con tubo (conduit) se deben impermeabilizar. Cuando estén enterrados en mampostería o concreto deben ser herméticos al concreto. Cuando estén en lugares mojados deben ser herméticos a la lluvia.

b) **Con roscas corridas.** En tubo (conduit) metálico tipo semipesado no deben utilizarse conectores con rosca corrida.

345-11. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de 90° (360° en total).

345-12. Soportes. El tubo (conduit) metálico tipo semipesado debe instalarse como un sistema completo, como establece el Artículo 300, y debe sujetarse firmemente como mínimo a cada 3 m. Además, el tubo (conduit) debe sujetarse firmemente a no más de 1 m de cada caja de salida, caja de terminales, caja de dispositivos, gabinete, caja de paso u otra terminación cualquiera. Cuando los miembros de la estructura no permitan fácilmente sujetar el tubo (conduit) a cada metro, se permite aumentar la distancia hasta 1,5 m.

Excepción 1: Si están hechos con acoplamientos roscados, se permite soportar los tramos rectos de tubo (conduit) según lo establecido en la Tabla 346-12, siempre que tales soportes eviten la transmisión de esfuerzos a la terminación donde el tubo (conduit) se doble entre los soportes.

Excepción 2: La distancia entre soportes puede aumentarse a 6 m siempre que el tubo (conduit) esté hecho con acoplamientos roscados, esté firmemente sujeto en la parte mayor y menor y no haya otros medios de apoyo.

Excepción 3: Se permite no sujetar al tubo (conduit) a menos de 1 m de la entrada de la acometida, cuando termine en un poste sobre el piso.

Excepción 4: Se permiten tramos horizontales de tubo (conduit) apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no mayores a 3 m y sujetos firmemente a menos de 1 m de las terminales.

345-15. Boquillas. Cuando un tubo (conduit) metálico tipo semipesado entre en una caja, accesorio u otra envolvente, se debe instalar una boquilla o adaptador que proteja al conductor o cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, accesorio o envolvente ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Para la protección con boquillas de los conductores de tamaño nominal de 21,2 mm² (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

ARTICULO 346 - TUBO (CONDUIT) METALICO TIPO PESADO

346-3. Usos permitidos. Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo pesado en todas las condiciones atmosféricas y en edificios de cualquier ocupación, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

a) **Protegidos por esmalte.** Si el tubo (conduit) y accesorios de metales ferrosos sólo están protegidos contra la corrosión por un esmalte, se permite su uso únicamente en interiores y en edificios no sometidos a condiciones corrosivas graves.

b) **Protección contra la corrosión.** Se permite instalar tubo (conduit), codos, acoplamientos y accesorios de metales ferrosos y no ferrosos en concreto, en contacto directo con la tierra o en zonas sometidas a corrosión grave, si están protegidos contra la corrosión y se juzgan adecuados para esas condiciones.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

c) **Relleno de escoria.** Se permite instalar tubo (conduit) metálico tipo pesado en o bajo relleno de escoria volcánica cuando estén sometidos a humedad permanente, siempre y cuando esté embebido en concreto sin escoria volcánica en no menos de 50 mm de espesor, o cuando el tubo (conduit) esté a no menos de 45 cm bajo relleno de escoria volcánica, o cuando esté protegido contra la corrosión y se juzgue adecuado para esas condiciones.

d) **En lugares mojados.** Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etcétera, deben ser de material resistente contra la corrosión o estar protegidos con material resistente contra la corrosión.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6. B.

346-6. Número de conductores en tubo (conduit). El número de conductores permitido en tubo (conduit) metálico tipo pesado no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1, Capítulo 10.

346-7. Escariado y roscado.

a) **Escariado.** Todos los extremos cortados de tubo (conduit) metálico tipo pesado se deben escariar o terminar en forma de eliminar los bordes filosos.

b) **Roscado.** Cuando el tubo (conduit) metálico tipo pesado se rosque en obra, debe utilizarse una taraja estándar con una conicidad de 19 mm por cada 30 cm.

NOTA: Para información respecto a las roscas de tubo metálico, véase el apéndice B1.

346-8. Boquillas. Cuando un tubo (conduit) metálico tipo pesado entre en una caja, accesorio u otra envolvente, se deben instalar boquillas o adaptadores que protejan el conductor o cable de la abrasión, siempre que el diseño de la caja, accesorio o envolvente no ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Para la protección de los conductores de tamaño nominal 21,2 mm² (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

346-9. Acoplamientos y conectores.

a) **Sin rosca.** Los acoplamientos y conectores sin rosca utilizados con tubo (conduit) se deben apretar adecuadamente. Cuando estén enterrados en ladrillo u concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando estén en lugares mojados, deben ser de tipo hermético a la lluvia.

b) **Con rosca corrida.** En tubo (conduit) metálico tipo pesado no se deben utilizar conectores con rosca corrida.

346-11. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de 90° (360° en total).

346-12. Soportes. El tubo (conduit) metálico tipo pesado debe instalarse como sistema completo, como establece el Artículo 300, y debe sujetarse firmemente como mínimo a cada 3 m. Además, el tubo (conduit) debe sujetarse firmemente a no más de 1 m de cada caja de salida, caja de terminales, caja de dispositivos, gabinete, caja de paso u otra terminación. Cuando los miembros de la estructura no permitan fácilmente sujetar el tubo (conduit) a cada metro, se permite aumentar la distancia hasta 1,5 m.

Excepción 1: Si están hechos con acoplamientos roscados, se permite soportar los tramos rectos del tubo (conduit) metálico tipo pesado según lo establecido en la Tabla 346-12, siempre que tales apoyos eviten la transmisión de esfuerzos a los extremos donde el tubo (conduit) presente un doblez entre los soportes.

Excepción 2: En soportes verticales expuestos para maquinaria industrial se permite aumentar la distancia de los soportes hasta 6 m, siempre que el tubo (conduit) tenga acoplamientos roscados, esté sujeto en los extremos y no haya otros medios de apoyo al alcance.

Excepción 3: Se permite no sujetar al tubo (conduit) a menos de 1 m de la entrada de la acometida, cuando termine en un poste sobre el piso.

Excepción 4: Se permiten tramos horizontales de tubo (conduit) metálico tipo pesado apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no mayores a 3 m y sujetos a menos de 1 m de los puntos de terminación.

ARTICULO 347-TUBO (CONDUIT) RIGIDO NO METALICO

347-2. Usos permitidos. Se permite el uso de tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero aprobado con sus accesorios, en las siguientes condiciones:

NOTA: Las temperaturas extremadamente frías pueden hacer que algún tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero se vuelva quebradizo y por tanto sea más susceptible a daños por contacto físico.

- a) **Ocultos.** En paredes, pisos y techos.
- b) **En atmósferas corrosivas.** En lugares expuestos a atmósferas corrosivas intensas, como se especifica en 300-6, y sometidos a productos químicos para los que estén aprobados específicamente esos materiales.
- c) **Escoria.** Con relleno de escoria volcánica.
- d) **En lugares mojados.** En instalaciones en centrales lecheras, lavanderías, fábricas de conservas u otros lugares mojados y en lugares en los que se laven frecuentemente las paredes, todo el sistema de conducción, incluidas las cajas y accesorios utilizados en ellos, deben estar instalados y equipados de manera que eviten que entre el agua en la tubería. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etcétera, deben ser de material resistente a la corrosión o estar protegidos por materiales aprobados como resistentes a la corrosión.
- e) **En lugares secos y húmedos.** En los lugares secos y húmedos no prohibidos en 347-3.
- f) **Expuestos.** Para instalaciones de tubo rígido no metálico tipo pesado, expuestas y no sometidas a daño físico, si están aprobados e identificados para dicho uso.
- g) **En instalaciones subterráneas.** Para las instalaciones subterráneas, véanse 300-5 y 710-4(b). Debe utilizarse únicamente tubo rígido no metálico tipo pesado.
- h) **Soporte de cajas de paso.** Se permite usar tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado como soporte de cajas de paso no metálicas y con designación no mayor que la designación nominal mayor de la canalización que entra. Las cajas de paso no deben contener dispositivos, ni soportar luminarias u otro equipo.

NOTA: El tubo (conduit) rígido no metálico tipo ligero no debe utilizarse en instalaciones expuestas.

El tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado puede utilizarse en instalaciones expuestas o no expuestas.

347-3. Usos no permitidos. No se debe utilizar tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero:

- a) **En áreas peligrosas (clasificadas).** En las áreas peligrosas (clasificadas), excepto lo establecido en las Secciones 503-3(a), 504-20, y 515-5 y en los lugares de Clase I División 2, tal como lo permite la Excepción de 501-4(b).
- b) **Como soporte de luminarios.** Como soporte de luminarios u otros equipos no descritos en 347-2(h).
- c) **Expuesto a daños físicos.** Cuando esté expuesto a daños físicos, si no está aprobado para ese uso.
- d) **Temperatura ambiente.** Cuando esté expuesto a temperaturas ambientales superiores para las que está aprobado el tubo (conduit).
- e) **Limitaciones de temperatura del aislamiento.** Para usarlo con conductores cuya temperatura de operación excede aquella para la cual el tubo (conduit) está aprobado.
- f) **En teatros y locales similares.** En teatros y locales similares, excepto lo establecido en los Artículos 518 y 520.

347-5. Desbastado. Todos los extremos del tubo (conduit) deben desbastarse por dentro y por fuera para dejarlos lisos.

347-6. Uniones. Todas las uniones entre tubo (conduit) y entre tubo (conduit) y acoplamientos, cajas y accesorios, deben hacerse con un método adecuado.

347-8. Soportes. El tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero debe instalarse como sistema completo, como establece el Artículo 300 y deben soportarse como exige la Tabla 347-8. Además el tubo

(conduit) no metálico debe sujetarse a no más de 1 m de cada caja de salida, caja de terminales, caja de dispositivos, registro u otra terminación del tubo (conduit). El tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero debe sujetarse de modo que se deje holgura para los movimientos de expansión o contracción térmica. El tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero aprobado y listado para poderlo sujetar a distancias diferentes a 1 m y a distancias diferentes de las especificadas en la Tabla 347-8, se puede utilizar de acuerdo con su diseño aprobado.

Excepción: Se permiten tramos horizontales de tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no superiores a los de la Tabla 347-8 y sujetos a menos de 1 m de los puntos de terminación.

TABLA 347-8.- Soportes de tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero

Tamaño o Designación	Separación máxima entre soportes en metros
16(1/2)	1,0
21(3/4)	1,0
27(1)	1,0
35(1-1/4)	1,5
41(1-1/2)	1,5
53(2)	1,5
63(2-1/2)	1,8
78(3)	1,8
91(3-1/2)	2,1
103(4)	2,1
129(5)	2,1
155(6)	2,4

Nota: La designación del tubo no tiene unidades. Los valores de identificación son los correspondientes a la designación internacional. Para familiarizar con esta designación se indica entre paréntesis la designación anterior.

347-11. Número de conductores. El número de conductores en un tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero no debe exceder el por ciento de ocupación permitido en la Tabla 10-1 del Capítulo 10.

347-12. Boquillas. Cuando un tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero entre en una caja, accesorio u otra envolvente, se debe instalar una boquilla o accesorio adaptador para evitar el daño por abrasión a la cubierta de los conductores, a menos que la caja o accesorio ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Para la protección de los conductores de tamaño nominal de 21,2 mm² (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

347-14. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de 90° (360° en total).

ARTICULO 348-TUBO (CONDUIT) METALICO TIPO LIGERO

348-3. Usos permitidos.

- a) Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo ligero en instalaciones expuestas y ocultas.
- b) **Protección contra la corrosión.** Se permite instalar tubo (conduit), codos, acoplamientos y accesorios de metales ferrosos y no ferrosos en concreto, en contacto directo con la tierra o en zonas sometidas a corrosión grave, si están protegidos contra la corrosión y se juzgan adecuados para esas condiciones.
- c) **En lugares mojados.** Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etcétera, deben ser de material resistente a la corrosión o estar protegidos por materiales resistentes contra la corrosión.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

348-4. Usos no permitidos. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico tipo ligero:

- (1) cuando durante o después de su instalación pueda verse sometido a daño físico grave;
- (2) cuando estén protegidas contra la corrosión sólo por un esmalte;

- (3) en o bajo relleno de escoria volcánica cuando estén sometidos a humedad permanente, a menos que esté embebido en concreto sin escoria volcánica de no menos de 50 mm de espesor, o cuando el tubo (conduit) esté a no menos de 45 cm bajo relleno de escoria volcánica;
- (4) en cualquier área peligrosa (clasificada) excepto lo permitido en 502-4, 503-3 y 504-20; o
- (5) como soporte de luminarios u otros equipos, excepto cajas de paso no mayores que el tubo (conduit) de mayor designación nominal.

348-7. Número de conductores en el tubo conduit. El número de conductores en un tubo (conduit) no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1, Capítulo 10.

348-8. Rosca y desbastado. El tubo (conduit) metálico tipo ligero no debe roscarse. Cuando se utilicen acoplamientos integrados, dichos acoplamientos se deben roscar en fábrica. Todos los extremos del tubo (conduit) tipo ligero deben desbastarse por dentro y por fuera para eliminar los bordes filosos.

348-9. Acoplamientos y conectores. Los coples y conectores utilizados con el tubo (conduit) metálico tipo ligero deben sujetarse firmemente. Cuando estén enterrados en ladrillo u concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando estén en lugares mojados, deben ser de tipo hermético a la lluvia.

348-11. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de 90° (360° en total).

348-12. Soportes.

- a) El tubo (conduit) metálico tipo ligero debe instalarse como sistema completo, como establece el Artículo 300, y debe sujetarse firmemente como mínimo a cada 3 m. Además, el tubo (conduit) debe sujetarse firmemente a no más de 1 m de cada caja de salida, caja de terminales, caja de dispositivos, gabinete, caja de paso u otra terminación.

Excepción 1: Cuando los miembros de la estructura no permitan fácilmente sujetar el tubo (conduit) a cada metro, se permite aumentar la distancia hasta 1,5 m.

Excepción 2: En instalaciones ocultas en edificios acabados o paneles de pared prefabricados cuando tal sujeción es impráctica, se permite instalar el tubo (conduit) metálico tipo ligero (sin acoplamientos) jalándolo por medio de una guía y fijándolo en los extremos.

- b) Se permiten tramos horizontales de tubo (conduit) metálico tipo ligero soportados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no superiores a 3 m y sujetos firmemente a menos de 1 m de los puntos de terminación.

ARTICULO 349-TUBO (CONDUIT) METALICO FLEXIBLE TIPO LIGERO

349-3. Usos permitidos. Se permite usar tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero en circuitos derivados:

- (1) en lugares secos,
- (2) ocultos,
- (3) en lugares accesibles, y
- (4) para instalaciones de 1 000 V máximo.

349-4. Usos no permitidos. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero:

- (1) en cubos de elevadores,
- (2) en cuartos para almacenamiento de baterías,
- (3) en áreas peligrosas (clasificadas), a menos que se permita de alguna manera bajo otros Artículos de esta norma,
- (4) directamente enterradas o ahogadas en concreto colado o concreto agregado,
- (5) si están expuestas a daños físicos y
- (6) en tramos de más de 1,8 m.

a) 349-1 2. Número de conductores

- a) **Tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero de 16 (1/2) y 21 (3/4).** El número de conductores en un tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero con designación nominal de 16 (1/2) y 21 (3/4), no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1, Capítulo 10.

- b) **Tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero de 12 (3/8).** El número de conductores permitidos en el tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero con designación nominal de 12 (3/8), no debe exceder lo permitido en la Tabla 350-12.

349-16. Puesta a tierra. Para las reglas sobre el uso de tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero como conductor de puesta a tierra de los equipos, véase la Excepción 1 de 250-91(b).

349-18. Accesarios. El tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero sólo se debe utilizar con accesorios terminales aprobados. Los accesorios deben cerrar eficazmente cualquier abertura de la conexión.

349-20. Curvas.

a) Flexiones no frecuentes en uso. Cuando el tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero, una vez instalado no esté sometido a flexiones frecuentes en uso, el radio de curvatura medido en el interior de la curva no debe ser menor que lo especificado en la Tabla 349-20(a).

TABLA 349-20(a).- Radios de curvatura de tubos con flexiones

Designación	Radio mínimo mm
12 (3/8)	250
16(1/2)	320
21(3/4)	445

Nota: La designación del tubo no tiene unidades. Los valores de identificación son los correspondientes a la designación internacional. Para familiarizar con esta designación se indica entre paréntesis la designación anterior.

b) Curvas fijas. Cuando el tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero se doble para instalarlo y ya no se requiera doblar o flexionar después de su instalación, el radio de curvatura medido en el interior de la curva no debe ser menor que lo especificado en la Tabla 349-20(b).

TABLA 349-20(b).- Radios de curvatura de tubos con curvas fijas

Designación	Radio mínimo en mm
12 (3/8)	90
16 (1/2)	100
21 (3/4)	130

Nota: La designación del tubo no tiene unidades. Los valores de identificación son los correspondientes a la designación internacional. Para familiarizar con esta designación se indica entre paréntesis la designación anterior.

ARTICULO 350 - TUBO (CONDUIT) METALICO FLEXIBLE

350-4. Usos permitidos. El tubo (conduit) metálico flexible debe estar aprobado y listado y se puede usar en lugares expuestos y ocultos.

350-5. Usos no permitidos. No se debe usar tubo (conduit) metálico flexible:

- 1) En lugares mojados, en donde haya posibilidad de que el líquido pueda entrar en las canalizaciones o envolventes a los que esté conectado el tubo.
- 2) En cubos de elevadores, excepto lo permitido en 620-21(a)(1).
- 3) En cuartos de almacenamiento de baterías.
- 4) En áreas peligrosas (clasificadas), excepto lo permitido en 501-4(b) y 504-20.

5) Cuando esté expuesto a materiales que puedan producir el deterioro de los conductores instalados, tales como aceite o gasolina.

6) Subterráneo o empotrados en concreto colado o concreto agregado.

7) Cuando esté expuesto a daño físico.

350-12. Número de conductores en el tubo (conduit). El número de conductores en un tubo (conduit) metálico flexible no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1, Capítulo 10 o lo que permite la Tabla 350-12 para tubo (conduit) metálico flexible de 12 (3/8).

350-14. Unión y puesta a tierra. Se permite usar tubo (conduit) metálico flexible para puesta a tierra de equipos, según lo establecido en 250-91(b). Cuando se necesite un puente de unión alrededor de un tubo (conduit) metálico flexible, se debe hacer de acuerdo con lo establecido en 250-79.

Excepción: Se permite utilizar un tubo (conduit) metálico flexible como conductor de puesta a tierra si la longitud total del tramo es de 1,8 m o menos, si el tubo (conduit) termina en accesorios aprobados para puesta a tierra y si los conductores contenidos en el mismo están protegidos por dispositivos de sobrecorriente de 20 A nominales o menos.

Cuando se usen para conectar equipos donde se requiere cierta flexibilidad, debe instalarse un conductor de puesta a tierra de los equipos.

TABLA 350-12.- Número máximo de conductores aislados en tubo (conduit) metálico flexible con designación 12 (3/8) *

Columna A: Con accesorios dentro del tubo (conduit) Columna B: Con accesorios fuera del tubo (conduit)

Tamaño o Designación del conductor mm ² (AWG)	Tipos		Tipos		Tipos	
	TF, XHHW, TW THW, THHN	TFN, THHN, THWN	FEP, FEPB	FEP, FEPB	FEP, FEPB	FEP, FEPB
0,824 (18)	A	B	A	B	A	B
1,31 (16)	3	5	5	8	5	8
2,08 (14)	3	4	4	6	4	6
3,3 (12)	2	3	3	4	3	4
5,26 (10)	1	2	2	3	2	3
	1	1	1	1	1	2

*Además está permitido un conductor adicional de puesta a tierra de equipos, del mismo tamaño o designación, con cubierta o desnudo.

350-16. Curvas. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de 90° (360° en total). Las curvas en el tubo (conduit) deben hacerse de modo que el tubo (conduit) no se dañe y que su diámetro interno no se reduzca. El radio de curvatura al centro del tubo (conduit) de cualquier curva hecha en obra, no debe ser inferior al indicado en la Tabla 346-1 0.

350-18. Soportes. El tubo (conduit) metálico flexible debe sujetarse firmemente por medios aprobados, a menos de 0,3 m de cada caja, gabinete, caja de paso u otra terminación del tubo (conduit) y deben ir apoyados y sujetos a intervalos no mayores a 1,4 m.

Excepción 1: Cuando el tubo (conduit) metálico flexible esté sujeto por sus extremos.

Excepción 2: Tramos que no superen 1 m entre terminales, cuando sea necesaria cierta flexibilidad.

Excepción 3: Tramos que no superen 1,8 m desde una conexión terminal para conexiones de salidas para aparatos de alumbrado, como se permite en 41 0-67 c).

Se permite el uso de tubo (conduit) metálico flexible instalado horizontalmente que esté soportado por aberturas a través de los miembros de la estructura a intervalos menores a 1,4 m y sujeto firmemente a menos de 30 cm de los puntos de terminación.

350-22. Desbastado. Todos los extremos del tubo (conduit) deben desbastarse por dentro y por fuera para dejarlos lisos, excepto cuando se usen accesorios roscados.

ARTICULO 351 - TUBO (CONDUIT) FLEXIBLE HERMETICO A LOS LIQUIDOS

351-4. Usos

a) **Permitidos.** Se permite usar tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos en instalaciones expuestas u ocultas:

- 1) Cuando las condiciones de instalación, funcionamiento o mantenimiento requieran flexibilidad o protección contra líquidos, vapores o sólidos.
 - 2) Según se permita en 501-4(b), 502-4, 503-3 y 504-20 y en otras áreas peligrosas (clasificadas) específicamente aprobados, y según se indica en 553-7(b).
 - 3) Enterrado directamente, cuando esté aprobado e identificado para ese uso.
- b) **No permitidos.** No se debe usar tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos:
- 1) Cuando esté expuesto a daños físicos.
 - 2) Cuando cualquier combinación de temperatura ambiente y temperatura de los conductores pueda producir una temperatura de funcionamiento superior a aquella para la cual está aprobado el material.

351-6. Número de conductores

a) **Un solo tubo (conduit).** El número de conductores permitido en un solo tubo (conduit) con designación de 16(1/2) a 103(4) no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1, Capítulo 10.

b) **Tubo (conduit) de 12(3/8).** El número de conductores permitidos en un tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos de 12(3/8) no debe exceder lo permitido en la Tabla 350-12.

351-7. Accesorios. Los accesorios utilizados con tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos deben ser aprobados. No deben utilizarse conectores angulares para instalaciones en canalizaciones ocultas.

351-8. Soportes. El tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos, debe sujetarse firmemente de acuerdo a lo siguiente:

a) A intervalos no mayores a 1 m y a menos de 30 cm de cada lado de cada caja de salida, cajas de terminales, gabinetes o accesorios y debe sujetarse a intervalos no mayores a 1,4 m.

b) No se requiere sujetar el tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos cuando se instale en longitudes mayores jalándolo por medio de una guía y fijándolo en los extremos, o en tramos que no superen 1 m entre terminales cuando sea necesaria cierta flexibilidad, o en tramos que no superen los 1,8 m desde una caja terminal de un luminario para conductores derivados hasta el luminario o accesorios de éste, como lo permite 410-67(c).

c) Se permiten tramos horizontales de tubo (conduit) no metálico flexible y hermético a los líquidos apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no mayores a 1,4 m y sujetos firmemente a menos de 30 cm de los puntos de terminación.

351-9. Puesta a tierra. Se permite usar un tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos para puesta a tierra de equipos, según lo establecido en 250-91(b). Cuando se necesite un puente de unión alrededor de un tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos, se debe hacer de acuerdo con lo establecido en 250-79.

Excepción: Se permite utilizar un tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos como medio de puesta a tierra, si la longitud total del tramo de tierra es de 1,8 m o menos, si el tubo (conduit) termina en accesorios aprobados y listados para puesta a tierra y si los conductores contenidos en el mismo están protegidos por dispositivos de sobrecorriente de 20 A nominales o menos para tubo (conduit) con designación de 12(3/8) y 16(1/2) y de 60 A o menos para tubo (conduit) con designación desde 21(3/4) hasta 35 (1 1/4).

Cuando se usen para conectar equipo con cierta flexibilidad, debe instalarse un conductor de puesta a tierra del equipo.

NOTA: Para los tipos de conductores de puesta a tierra de equipo, véanse las Secciones 501-16(b), 502-16(b) y 503-16(b).

351-10. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de 90° (360° en total). Las curvas en el tubo (conduit) deben hacerse de modo que el tubo (conduit) no se dañe y que su diámetro interno no se reduzca. El radio de curvatura al centro del tubo (conduit) de cualquier curva hecha en obra, no debe ser inferior al indicado en la Tabla 346-1 0.

351 -23. Usos

a) **Permitidos.** Se permite usar tubo (conduit) no metálico flexible y hermético a los líquidos en instalaciones expuestas u ocultas:

NOTA: Las temperaturas muy bajas pueden hacer que algunos tubos (conduit) no metálicos se vuelvan quebradizos y por tanto sean más susceptibles de daños por contacto físico.

- 1) Cuando se necesite flexibilidad de instalación, funcionamiento o mantenimiento.
- 2) Cuando haya que proteger a los conductores de vapores, líquidos o sólidos.
- 3) En instalaciones en exteriores cuando esté aprobado y marcado para ese uso. **NOTA:** Para los requisitos del marcado, véase 110-21.
- 4) Enterrado directamente cuando esté aprobado e identificado para ese uso.
- 5) Se permite que el tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos, se instale en tramos mayores de 1,8 m si están sujetos de acuerdo con lo indicado en 351-27 o cuando se apruebe una longitud superior a 1,8 m para obtener el grado requerido de flexibilidad.
- 6) Como un conjunto precableado en fábrica y aprobado con designaciones de 16 (1/2) a 27 (1) para el tipo de tubo definido en 351-22 (2).

b) **No permitidos.** No se debe usar tubo (conduit) no metálico flexible y hermético a los líquidos:

- 1) Cuando esté expuesto a daño físico.
- 2) Cuando cualquier combinación de temperatura ambiente y de los conductores pueda producir una temperatura de funcionamiento superior a aquella para la cual está aprobado el material.
- 3) En tramos mayores de 1,8 m, excepto lo que se permite en la Sección 351-23(a)(5).
- 4) Cuando la tensión eléctrica entre los conductores contenidos en el tubo (conduit) sea mayor que 600 V nominales.

Excepción: Lo permitido en 600-32(a) Excepción para anuncios luminosos de más de 600 V.

351-25. Número de conductores. El número de conductores permitidos en un tubo (conduit) individual debe cumplir el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1, Capítulo 10.

351 -26. Accesorios. Los accesorios utilizados con tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos deben ser aprobados. No deben utilizarse conectores angulares para instalaciones en canalizaciones ocultas.

351-27. Soportes. El tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos, tal como se define en 351-22(2), debe sujetarse firmemente de acuerdo a lo siguiente:

- a) A intervalos no mayores a 1 m y a menos de 30 cm de cada lado de cada caja de salida, cajas de terminales, gabinetes o accesorios.
- b) No se requiere sujetar el tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos cuando se instale en longitudes mayores jalándolo por medio de una guía y fijándolo en los extremos, o en tramos que no superen 1 m entre terminales cuando sea necesaria cierta flexibilidad, o en tramos que no superen los 1,8 m desde una caja terminal hasta el luminario o accesorio de éste, como lo permite 410-67(c).
- c) Se permiten tramos horizontales de tubo (conduit) no metálico flexible y hermético a los líquidos apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no mayores a 1 m y sujetos firmemente a menos de 30 cm de los puntos de terminación.

351-28. Puesta a tierra de equipos. Cuando sea necesario instalar un conductor de puesta a tierra de equipos para circuitos instalados en tubo (conduit) no metálico flexible y hermético a los líquidos, se permite instalarlo dentro o fuera del tubo (conduit). Cuando se instale fuera, la longitud del conductor de puesta a tierra de los equipos no debe superar 1,8 m y debe seguir el mismo camino que la canalización o cubierta. Los accesorios y cajas deben ser puestos a tierra o unirse, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250.

351-30. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de 90° (360° en total). Las curvas en el tubo (conduit) deben hacerse de modo que el tubo (conduit) no se dañe y que su diámetro interno no se reduzca. El radio de curvatura al centro del tubo (conduit) de cualquier curva hecha en obra, no debe ser inferior al indicado en la Tabla 346-1 0.

ARTICULO 352 - CANALIZACIONES SUPERFICIALES METALICAS Y NO METALICAS

A. Canalizaciones superficiales metálicas

352-1. Usos.

- a) **Usos permitidos.** Se permite el uso de canalizaciones superficiales metálicas en:
- (1) lugares secos;
 - (2) en las áreas peligrosas (clasificadas) de Clase I División 2, como se permite en 501-4(b)
- Excepción:
- (3) Por debajo de pisos elevados (pisos falsos), como se permite en la Sección 645-5(d)(2).

- b) **Usos no permitidos.** No se permite utilizar canalizaciones superficiales metálicas:
- (1) cuando estén expuestas a daños físicos severos, si no están aprobadas para ello;
 - (2) cuando en la canalización la tensión eléctrica entre conductores sea de 300 V o mayor, a menos que el metal tenga un espesor no menor que 1 mm;
 - cuando estén expuestas a vapores corrosivos;
 - en los cubos de los elevadores;
 - en instalaciones ocultas, excepto lo permitido en 352-1 (a)(3).

NOTA: Véase en el Artículo 100 la definición de “Expuesto (aplicado a métodos de alambrado)”.

352-2. Otros Artículos. Las canalizaciones superficiales metálicas deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

352-3. Tamaño o designación nominal de los conductores. En una canalización superficial metálica no se deben instalar conductores de mayor tamaño nominal de aquellos para los cuales esté diseñada la canalización.

352-4. Número de conductores en las canalizaciones. El número de conductores instalados en cualquier canalización superficial metálica no debe ser mayor que aquel para el que está diseñada la canalización.

Los factores de ajuste para las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V, de la Sección 310-15(g)(1), no aplican a los conductores instalados en canalizaciones superficiales metálicas, si se cumplen los requisitos siguientes:

- (1) el área de la sección transversal de la canalización es mayor que 2 600 mm²;
- (2) los conductores portadores de corriente no son más de 30;
- (3) la suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores contenidos no supera 20% de la correspondiente de la canalización.

352-5. Extensiones a través de paredes y pisos. Se permite que las canalizaciones superficiales metálicas pasen a través de paredes, ladrillos y pisos secos, respectivamente, si el tramo que atraviesa estos elementos es continuo. A ambos lados de la pared, tabique o piso se debe mantener el acceso a los conductores.

352-6. Combinación en canalizaciones. Cuando se utilicen las canalizaciones superficiales metálicas para circuitos de señalización, de alumbrado y de fuerza, los distintos sistemas deben ir en compartimentos independientes, identificando los circuitos en su interior. En toda la instalación debe mantenerse la misma posición relativa de esos compartimentos.

352-7. Empalmes y derivaciones. Se permite hacer empalmes y derivaciones en las canalizaciones superficiales metálicas que tengan tapa removible accesible después de la instalación. En ese punto, los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más de 75% del área de la sección transversal interior de la canalización. En las canalizaciones metálicas superficiales sin tapa removible, los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en cajas de terminales. Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer con accesorios aprobados.

352-8. Disposiciones generales. Las canalizaciones superficiales metálicas deben estar construidas de modo que se distingan de otras canalizaciones. Estas canalizaciones y sus codos, acoplamientos y accesorios similares deben estar diseñados de modo que sus partes se puedan conectar eléctrica y mecánicamente e instalar sin que sus cables estén expuestos a la abrasión.

Cuando se utilicen en las canalizaciones superficiales metálicas tapas y accesorios no metálicos, éstos deben estar aprobados e identificados para dicho uso.

352-9. Puesta a tierra. Las cubiertas de canalizaciones superficiales metálicas que sirvan como paso a otro método de alambrado deben tener un medio para conexión de puesta a tierra de equipo.

B. Canalizaciones superficiales no metálicas

352-21. Descripción. La parte B de este Artículo debe aplicarse a un tipo de canalización superficial no metálica y de accesorios de material no metálico resistente a la humedad y a las atmósferas químicas. También debe ser resistente a la propagación de la flama, resistente a impactos y aplastamientos, resistente a las distorsiones por calentamiento en las condiciones que se vayan a dar en servicio y resistente a las bajas

temperaturas. Se permite identificar las canalizaciones superficiales no metálicas con baja emisión de humos, resistencia a la propagación de incendio y baja acidez con el sufijo LS.

352-22. Uso.

a) **Usos permitidos.** Se permite el uso de canalizaciones superficiales no metálicas en:

(1) lugares secos;

(2) en las áreas peligrosas (clasificadas) de Clase I División 2, como se permite en 501-4(b) Excepción;

b) **Usos no permitidos.** No deben utilizarse las canalizaciones superficiales no metálicas en:

(1) en instalaciones ocultas;

(2) si están expuestas a daños físicos severos;

(3) cuando exista una tensión eléctrica entre conductores de 300 V o más, a menos que esté aprobada para una tensión eléctrica más alta;

(4) en los cubos de los elevadores;

(5) cuando estén expuestas a temperaturas que superen aquellas para las que está aprobada la canalización;

(6) para conductores cuyos límites de temperatura de aislamiento superen la temperatura para la que está aprobada la canalización.

352-23. Otros Artículos. Las canalizaciones superficiales no metálicas deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300. Cuando el Artículo 250 exija poner a tierra al equipo, debe instalarse en la canalización un conductor independiente de puesta a tierra de equipo.

352-24. Tamaño o designación nominal de los conductores. En una canalización superficial no metálica no se deben instalar conductores de mayor tamaño nominal que el diseñado para la canalización.

352-25. Número de conductores en las canalizaciones. El número de conductores instalados en cualquier canalización superficial no metálica, no debe ser superior a aquel para el que está diseñada la canalización.

352-26. Combinación en canalizaciones. Cuando se utilicen las canalizaciones superficiales no metálicas para circuitos de señalización, de alumbrado y de fuerza, los distintos sistemas deben ir en compartimentos independientes identificando los circuitos en su interior. En toda la instalación debe mantenerse la misma posición relativa de esos arreglos.

352-27. Disposiciones generales. Las canalizaciones superficiales no metálicas deben estar construidas de modo que se distingan de otras canalizaciones. Estas canalizaciones y sus codos, acoplamientos y accesorios similares deben estar diseñados de modo que sus partes puedan conectarse eléctrica y mecánicamente e instalarse sin que sus cables estén expuestos a la abrasión.

352-28. Extensiones a través de paredes y pisos. Se permite que las canalizaciones superficiales metálicas pasen a través de paredes, ladrillos y pisos secos, respectivamente, si el tramo que atraviesa estos elementos es continuo. A ambos lados de la pared, tabique o piso se debe mantener el acceso a los conductores.

352-29. Empalmes y derivaciones. Se permite hacer empalmes y derivaciones en las canalizaciones superficiales no metálicas que tengan tapa removible y accesible después de su instalación. En ese punto, los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más de 75% del área de la sección transversal interior de la canalización. En las canalizaciones no metálicas superficiales sin tapa removible, los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en cajas de conexiones. Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer por métodos aprobados.

C. Canal tipo columna

352-40. Descripción. La parte C de este Artículo debe aplicarse al canal tipo columna y sus accesorios, hechos de metal resistente a la humedad o protegido contra la corrosión y que se estime adecuado para esas condiciones. Se permite que estas canalizaciones con tapa a presión removible estén galvanizadas o sean de acero inoxidable, acero esmaltado o recubierto de PVC o de aluminio. Sus tapas pueden ser metálicas o no metálicas.

352-41. Usos permitidos. Se permite instalar canal tipo columna en:

(1) en instalaciones expuestas;

(2) en lugares húmedos;

(3) en las áreas peligrosas (clasificadas) de Clase I División 2, como se permite en 501-4(b) excepción;

(4) en lugares expuestos a vapores corrosivos, cuando estén protegidas por un acabado que se estime adecuado para esas condiciones;

(5) en instalaciones cuya tensión eléctrica sea de 600 V o menos;

(6) como postes eléctricos;

(7) que las canalizaciones tipo columna pasen a través de paredes, ladrillos y pisos secos, respectivamente, si el tramo que atraviesa estos elementos es continuo. A ambos lados de la pared, tabique o piso se debe mantener el acceso a los conductores; y

(8) canalizaciones ferrosas tipo columna y accesorios protegidos con esmalte contra la corrosión, solamente en interiores y en lugares no sometidos a condiciones corrosivas severas.

352-42. Usos no permitidos. No está permitido utilizar canal tipo columna: (1) en instalaciones ocultas

352-43. Otros Artículos. Las instalaciones de canal tipo columna deben cumplir las disposiciones aplicables de los Artículos 250 y 300.

352-44. Tamaño o designación nominal de los conductores. En un canal tipo columna no deben instalarse conductores de mayor tamaño nominal que el diseñado para la canalización.

352-45. Número de conductores en una canalización. El número de conductores permitido en un canal tipo columna no debe superar los porcentajes de la Tabla 352-45 ni las dimensiones del diámetro exterior (DE) de los cables de los tipos y tamaño nominales dados en las Tablas del Capítulo 10.

No se debe aplicar a los conductores instalados en un canal tipo columna los factores de ajuste de la Sección 310-15(g)(1) para las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V, si no se dan todas las siguientes condiciones:

(1) si el área de la sección transversal de la canalización es superior a 2 600 mm²;

(2) los conductores portadores de corriente no son más de 30;

(3) la suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores contenidos no supera 20% de la correspondiente de la canalización.

Comentario: Fórmula de la superficie ocupada por los cables

$$N = AC/AW$$

Donde:

N= Número de conductores.

AC= Área de la sección transversal del canal en mm².

AW= Área de la sección transversal del conductor en mm².

TABLA 352-45.- Sección del canal y diámetro del área interior

Tamaño de la canalización en cm	Superficie (mm ²)	40% superficie (mm ²)	25% superficie (mm ²)
4,2 x 2,1	570	230	140
4,2 x 2,5	740	300	185
4,2 x 3,5	1 080	430	270
4,2 x 4,2	1 310	520	330
4,2 x 6,2	2 045	820	510
4,2 x 8,3	2 780	1 110	695
3,8 x 1,9	550	220	135
3,8 x 3,8	1 180	470	295
3,8 x 4,8	1 485	595	370
3,8 x 7,6	2 490	995	620

Observaciones:

-
1. Para calcular el número de conductores permitidos, en las canalizaciones con uniones externas se toma un 40%.
 2. Para calcular el número de conductores permitidos, en las canalizaciones con uniones internas se toma un 25%.

352-46. Extensiones a través de paredes y pisos. Se permite que tramos continuos de canal tipo columna se extiendan a través de paredes, tabiques y pisos si las tiras de la cubierta se pueden quitar desde los dos lados y la parte de la canalización que atraviesa la pared, tabique o piso permanece cubierta.

352-47. Soportes de canal tipo columna.

a) Instalación superficial. Un canal tipo columna debe sujetarse a la superficie sobre la que va instalado mediante abrazaderas externas al canal a intervalos que no superen 3 m y a menos de 30 cm de cada caja de salida, gabinete, caja de paso o cualquier otra terminación del canal.

b) Instalación suspendida. Se permite instalar el canal tipo columna suspendido en el aire por medio de accesorios aprobados diseñados para ese uso y a intervalos que no superen 3 m.

352-48. Empalmes y derivaciones. Se permite hacer en el canal tipo columna empalmes y derivaciones que sean accesibles después de su instalación a través de una tapa desmontable. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más de 75% del área de la sección transversal del canal en ese punto. Todos los empalmes y derivaciones deben hacerse con accesorios aprobados.

352-49. Disposiciones generales. El canal tipo columna debe estar construido de modo que se distinga de otras canalizaciones. Estas canalizaciones y sus codos, acoplamientos y accesorios similares deben estar diseñados de modo que sus partes se puedan conectar eléctrica y mecánicamente e instalar sin que sus cables estén expuestos a la abrasión.

Cuando se use en canal tipo columna metálico abrazaderas de sujeción y accesorios de material no metálico, deben estar aprobados e identificados para dicho uso.

352-50. Puesta a tierra. Las envolventes de canalizaciones superficiales metálicas que sirvan como transición a otro método de alambrado, deben tener un medio para conectar un conductor de puesta a tierra de equipo. Se permite utilizar el canal tipo columna como conductor de puesta a tierra de equipo de acuerdo con lo indicado en 250-91(b)(10). Cuando se utilice una tapa metálica a presión en un canal tipo columna, para conseguir la continuidad eléctrica de acuerdo con sus valores especificados, no se permite utilizar esa tapa como medio de continuidad eléctrica de cualquier receptáculo montado en la misma.

352-51. Marcado. Todos los tramos del canal tipo columna deben marcarse de modo claro y duradero, según requiere la primera frase de la Sección 110-21.

ARTICULO 362 - DUCTOS METALICOS Y NO METALICOS CON TAPA

A. Ductos metálicos

362-2. Uso. Sólo se permite usar los ductos metálicos en instalaciones expuestas. Los ductos metálicos instalados en lugares mojados deben ser herméticos a la lluvia. No se debe instalar ductos metálicos:

- (1) cuando estén expuestos a daño físico o a vapores corrosivos ni
- (2) en ningún área peligrosa (clasificada), excepto lo permitido en 501-4(b), 502-4(b) y 504-20.

Excepción: Se permite instalar ductos en espacios ocultos según lo establecido en el inciso c) de la Excepción 640-4.

362-5. Número de conductores. Los ductos no deben contener más de 30 conductores de fase en ninguna parte. No se consideran conductores de fase los de circuitos de señalización o los conductores de control entre el motor y su arrancador, que se utilizan únicamente para el arranque del motor.

La suma del área de la sección transversal de todos los conductores contenidos en cualquier lugar del ducto no debe superar 20% del área de la sección transversal interior del mismo.

No se deben aplicar los factores de ajuste de la Sección 310-15(g), para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V, a los 30 conductores de fase que ocupen 20% del espacio, como se especificó anteriormente.

Excepción 1: Cuando se apliquen los factores de corrección especificados en la Sección 310-15(g) para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V, no debe limitarse el número de conductores de fase, pero la suma del área de la sección transversal de todos los conductores contenidos en cualquier lugar del ducto no debe exceder 20% del área de la sección transversal interior del mismo.

Excepción 2: Como se establece en 520-6, la limitación a 30 conductores no se debe aplicar en teatros ni locales similares.

Excepción 3: Como se establece en 620-32, la limitación de 20% de ocupación no se debe aplicar para elevadores y montacargas.

362-6. Conductores aislados doblados. Cuando en un ducto se doblen conductores aislados, bien en sus extremos o donde los tubos, accesorios u otras canalizaciones o cables entren o salgan del conducto, o cuando la dirección del ducto varíe más de 30°, se deben aplicar las dimensiones correspondientes indicadas en 373-6. Cuando los conductores aislados de 21,2 mm² (4 AWG) o mayores entren en una canalización a través de otra canalización o cable, la distancia entre esa canalización y las entradas del cable no debe ser inferior a seis veces el diámetro de la mayor canalización o conectador del cable.

362-7. Empalmes y derivaciones. En los ductos se permite hacer derivaciones que sean accesibles. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más de 75% del área de la sección transversal del ducto en ese punto.

362-8. Soportes. Los ductos se deben sujetar de acuerdo con lo siguiente:

a) **Soporte horizontal.** Cuando se instalen horizontalmente, los ductos se deben sujetar en cada extremo y a intervalos que no excedan 1,5 m o para tramos individuales que excedan 1,5 m, en cada extremo o unión, excepto si están aprobados y listados para otros intervalos. La distancia entre los soportes no debe exceder de 3 m.

b) **Soporte vertical.** Los tramos verticales de ductos se deben sujetar firmemente a intervalos que no excedan de 4,5 m y no debe haber más de una unión entre dos soportes. Las secciones unidas de los ductos se deben sujetar firmemente, de modo que constituyan una junta rígida.

362-9. Extensión a través de paredes. Se permite que los ductos metálicos pasen a través de paredes si el tramo que pasa por la pared es continuo. Se debe mantener el acceso a los conductores por ambos lados de la pared.

362-10. Extremos finales. Los extremos finales de los ductos para cables deben estar cerrados.

362-11. Extensiones a partir de ductos. Las extensiones que salen de los ductos se deben efectuar usando cordones colgantes instalados de acuerdo con la Sección 410-10, o cualquier método de alambrado indicado en el Capítulo 3 que incluya un medio de puesta a tierra del equipo. Cuando se utilice un conductor

independiente de puesta a tierra del equipo, la conexión de los conductores de puesta a tierra del alambrado de la instalación con el ducto debe cumplir lo establecido en 250-113 y 250-118. Cuando se emplee tubo (conduit) no metálico tipo pesado, tipo ligero o no metálico flexible y hermético a los líquidos, la conexión del conductor de puesta a tierra del equipo de la canalización no metálica al ducto metálico debe cumplir lo establecido en 250-113 y 250-118.

362-1 3. Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir las disposiciones del Artículo 250. **B.**

ARTICULO 365 - CANALIZACIONES PREALAMBRADAS

365-2. Usos

a) **600 V o menos.** Las canalizaciones prealambradas aprobadas se permiten para cualquier tensión o corriente eléctricas para las cuales los conductores espaciados estén especificados y deben instalarse solamente para trabajos expuestos. Cuando se instalen en exteriores o en lugares corrosivos, húmedos o mojados, deben ser adecuadas para tal uso. Las canalizaciones prealambradas no se deben instalar en huecos de elevadores ni en áreas peligrosas (clasificadas), a menos que sean específicamente adecuadas para tales usos. Las canalizaciones prealambradas pueden ser usadas para circuitos derivados, alimentadores y acometidas.

Las estructuras de las canalizaciones prealambradas cuando se conectan en forma adecuada, pueden usarse como conductores de puesta a tierra del equipo, en circuitos derivados y alimentadores, siempre que esté conectado equipotencialmente como se exige en el Artículo 250.

b) **Más de 600 V.** Las canalizaciones prealambradas se permiten para sistemas de más de 600 V nominales. Véase 710-4 (a).

365-3. Conductores

a) **Tipo de conductores.** En las canalizaciones prealambradas, los conductores de fase deben tener un aislamiento adecuado para 75°C o más, aprobado, adecuado para las condiciones de uso, de acuerdo con lo indicado en los Artículos 310 y 710.

b) **Capacidad de conducción de corriente de los conductores.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores en las canalizaciones prealambradas debe estar de acuerdo con lo indicado en las Tablas 310-17 y 310-19, o las Tablas 310-69 y 310-70 para instalaciones mayores que 600 V.

c) **Tamaño o designación y número de conductores.** El área de la sección transversal nominal y el número de conductores deben ser para los cuales la canalización prealambrada está diseñada, y el tamaño nominal del conductor en ningún caso debe ser menor que 53,5 mm² (1/0 AWG).

d) **Soportes de conductores.** Los conductores aislados deben estar soportados sobre bloques u otros medios diseñados para este propósito. Los conductores individuales en una canalización prealambrada deben estar sujetos a intervalos no mayores de 90 cm para canalizaciones horizontales y 45 cm para canalizaciones verticales. El espacio vertical y horizontal entre los conductores soportados no debe ser menor que el diámetro de un conductor en los puntos de sujeción.

365-5. Protección contra sobrecorriente. Las canalizaciones prealambradas deben estar protegidas contra sobrecorriente, de acuerdo con la capacidad de conducción de corriente de los conductores de la canalización prealambrada, de acuerdo con lo indicado en 240-3. Cuando la capacidad de conducción de corriente de los conductores de una canalización prealambrada no corresponda a la de un dispositivo de protección normalizado, se debe utilizar el de capacidad inmediata superior, siempre y cuando no exceda de 800 A.

Excepción: Está permitida la protección contra sobrecorriente para sistemas de más de 600 V, de acuerdo con lo indicado en 240-1 00.

365-6. Soportes y extensiones a través de paredes y pisos

a) **Soportes.** Las canalizaciones prealambradas deben estar sujetas firmemente a distancias no mayores de 3,6 m.

Excepción: Cuando se requieran tramos mayores de 3,6 m, la estructura se debe diseñar específicamente para la longitud requerida.

b) **Tendidos transversales.** Las canalizaciones prealambradas pueden extenderse transversalmente a través de tabiques o paredes que no sean paredes contra el fuego, siempre que dentro de la pared sea continua, esté protegida contra daños materiales y no esté ventilada.

c) **A través de plataformas y pisos secos.** Las canalizaciones prealambradas pueden extenderse en tramos verticales a través de plataformas y pisos secos, excepto donde se requieran bloques contra fuego, siempre que la canalización prealambrada esté totalmente cerrada en el lugar donde atraviesa la plataforma o al piso y hasta una altura de 1,8 m.

d) **A través de plataformas y pisos en lugares mojados.** Las canalizaciones prealambradas pueden colocarse en tramos verticales a través de plataformas y pisos en lugares mojados, excepto cuando se requieran bloques contra fuego, siempre que:

(1) Existan brocales u otros medios que impidan que el agua pase a través de la abertura en la plataforma o el piso, y

(2) La canalización prealambrada esté totalmente cerrada en el lugar donde atraviesa a la plataforma o al piso y hasta una altura de 1,8 m.

365-7. Accesorios. Las canalizaciones prealambradas deben estar equipadas con accesorios adecuados para:

- (1) cambios verticales u horizontales de dirección en el recorrido;
- (2) remates;
- (3) terminaciones que estén dentro o sobre aparatos o equipos conectados o en las cubiertas de tales equipos, y
- (4) dar protección física adicional a los conductores donde se requiera, tales como resguardo cuando estén expuestos a daños mecánicos severos.

365-8. Terminales de conductores. Para las conexiones de los conductores de las canalizaciones prealambradas, se deben emplear terminales aprobadas.

365-9. Puesta a tierra. Las canalizaciones prealambradas deben estar puestas a tierra y unidas de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250, excluyendo la Excepción 2 de 250-33.

ARTICULO 370 – CAJAS, CAJAS DE PASO Y SUS ACCESORIOS, UTILIZADOS PARA SALIDA, EMPALME, UNION O JALADO

370-2. Cajas redondas. No deben utilizarse cajas redondas donde los tubos o conectores requieran el uso de tuercas o boquillas para conectarse en un lado de la caja.

370-3. Cajas no metálicas. Sólo se permite utilizar cajas no metálicas en alambrados expuestos, sobre aisladores, en alambrados ocultos sobre aisladores, con cables de recubrimiento no metálico y con canalizaciones no metálicas.

Excepción 1: Cuando se proporcionen medios internos de puenteo para todas las entradas, se permite utilizar cajas no metálicas con canalizaciones metálicas o con cables con recubrimiento metálico.

Excepción 2: Se permite utilizar cajas no metálicas con canalizaciones metálicas o cables con cubierta metálica cuando exista un medio integral de unión con posibilidad de conectar un puente de tierra del equipo dentro de la caja entre todas las entradas a rosca de las cajas no metálicas aprobadas y listadas para este uso.

370-4. Cajas metálicas. Todas las cajas metálicas deben estar puestas a tierra, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250.

370-5. Cajas de paso de radio reducido. Las cajas de paso, como los codos con tapas y los codos de entrada de acometidas dentro de los cuales se instalen conductores de tamaño nominal de 13,3 mm₂ (6 AWG) o menores, y que sólo estén previstos para completar la instalación de la canalización y los conductores contenidos en ella, no deben contener empalmes, salidas ni dispositivos y deben ser de tamaño suficiente como para dejar espacio libre para todos los conductores incluidos en ellos.

370-1 6. Número de conductores en las cajas de salidas, de dispositivos y de unión y en las cajas de paso. Las cajas y cajas de paso deben ser de tamaño suficiente para que quede espacio libre para todos los conductores instalados. En ningún caso el volumen de la caja, calculado como se especifica en el siguiente inciso (a), debe ser menor que el volumen ocupado calculado como se indica en el siguiente inciso (b). El volumen mínimo de las cajas de paso debe calcularse según el siguiente inciso (c).

Las disposiciones de esta Sección no se aplican a las terminales que se suministran con los motores. Véase 430-12.

Las cajas y cajas de paso en las que se instalen conductores de tamaño nominal de 21,2 mm₂ (4 AWG) o mayores deben cumplir también lo establecido en 370-28.

a) Cálculo del volumen de la caja. El volumen de una caja de alambrado debe ser el volumen total de todas las secciones ensambladas y, donde se utilice el espacio proporcionado por las tapas que incrementan el volumen, anillos de extensión, etcétera, que estén marcados con su volumen en centímetros cúbicos o que se fabriquen con cajas cuyas dimensiones estén listadas en la Tabla 370-16(a).

TABLA 370-16(a).- Cajas metálicas

Dimensiones de la caja tamaño comercial en cm	Capacidad mínima en cm ³	0,824 mm ₂ (18 AWG)	1,31 mm ₂ (16 AWG)	2,08 mm ₂ (14 AWG)	3,31 mm ₂ (12 AWG)	5,26 mm ₂ (10 AWG)	8,37 mm ₂ (8 AWG)	13,3 mm ₂ (6 AWG)
10,2 x 3,2 redonda u octagonal	205	8	7	6	5	5	4	2
10,2 x 3,8 redonda u octagonal	254	10	8	7	6	6	5	3
10,2 x 5,4 redonda u octagonal	352	14	12	10	9	8	7	4
10,2 x 3,2 cuadrada	295	12	10	9	8	7	6	3
10,2 x 3,8 cuadrada	344	14	12	10	9	8	7	4
10,2 x 5,4 cuadrada	497	20	17	15	13	12	10	6
11,9 x 3,2 cuadrada	418	17	14	12	11	10	8	5
11,9 x 3,8 cuadrada	484	19	16	14	13	11	9	5
11,9 x 5,4 cuadrada	688	28	24	21	18	16	14	8
7,6 x 5,1 x 3,8 dispositivo	123	5	4	3	3	3	2	1
7,6 x 5,1 x 5,1 dispositivo	164	6	5	5	4	4	3	2
7,6 x 5,1 x 5,7 dispositivo	172	7	6	5	4	4	3	2
7,6 x 5,1 x 6,4 dispositivo	205	8	7	6	5	5	4	2
7,6 x 5,1 x 7,0 dispositivo	230	9	8	7	6	5	4	2
7,6 x 5,1 x 8,9 dispositivo	295	12	10	9	8	7	6	3
10,2 x 5,4 x 3,8 dispositivo	170	6	5	5	4	4	3	2
10,2 x 5,4 x 4,8 dispositivo	213	8	7	6	5	5	4	2
10,2 x 5,4 x 5,4 dispositivo	238	9	8	7	6	5	4	2
9,5 x 5,1 x 6,4 mampostería	230	9	8	7	6	5	4	2
9,5 x 5,1 x 8,9 mampostería	344	14	12	10	9	8	7	4

FS de Prof. mínima 4,5 c/tapa	221	9	7	6	6	5	4	2
FD de Prof. mínima 6,0 c/tapa	295	12	10	9	8	7	6	3
FS de Prof. mínima 4,5 c/tapa	295	12	10	9	8	7	6	3
FD de Prof. mínima 6,0 c/tapa	394	16	13	12	10	9	8	4

* Cuando en 370-16(b)(2) a 370-16(b)(5) no se exijan tolerancias de volumen.

1) **Cajas normalizadas.** El volumen de las cajas normalizadas que no estén marcadas en cm^3 , debe corresponder a la Tabla 370-16(a).

2) **Otras cajas.** Las cajas de 1640 cm^3 o menos, distintas de las descritas en la Tabla 370-16(a) y las cajas no metálicas, deben ir marcadas por el fabricante de modo legible y duradero con su volumen en cm^3 . Las cajas descritas en la Tabla 370-16(a) que tengan mayor volumen del indicado en la tabla, pueden tener marcado su volumen en cm^3 como exige esta Sección.

b) **Cálculo del volumen ocupado.** Se deben sumar los volúmenes de los siguientes párrafos (1) a (5). No se exigen tolerancias de volumen para accesorios pequeños, como tuercas y boquillas.

1) **Volumen ocupado por los conductores.** Cada conductor que proceda de fuera de la caja y termine o esté empalmado dentro de la caja, se debe contar una vez; cada conductor que pase a través de la caja sin empalmes ni terminaciones, se debe contar una vez. El volumen ocupado por los conductores en cm^3 se debe calcular a partir de la Tabla 370-16(b). No se deben contar los conductores que no salgan de la caja.

Excepción: Se permite omitir de los cálculos los conductores de puesta a tierra de equipo o no más de cuatro conductores de equipo de tamaño nominal menor que 2,08 mm² (14 AWG) o ambos, cuando entren en una caja procedentes de un aparato bajo un domo, marquesina o similar y que terminen en la caja.

TABLA 370-16(b). - Espacio libre en la caja para cada conductor

Tamaño o Designación mm^2 (AWG)	Espacio libre en la caja para cada conductor cm^3
0,824 (18)	25
1,31 (16)	29
2,08 (14)	33
3,31 (12)	37
5,26 (10)	41
8,37 (8)	49
13,3 (6)	82

2) **Volumen ocupado por las abrazaderas.** Donde haya una o más abrazaderas internas para cables, suministradas de fábrica o instaladas en obra, se debe dejar un volumen tal como el que se indica en la Tabla 370-16(b) para el conductor de mayor tamaño nominal que haya en la caja. No se deben dejar tolerancias de volumen para conectores cuyo mecanismo de sujeción quede fuera de la caja.

3) **Volumen ocupado por los accesorios de soporte.** Cuando haya en la caja uno o más accesorios o casquillos para aparatos se debe dejar un volumen tal como el que se indica en la Tabla 370-16(b) para el conductor de mayor tamaño nominal que haya en la caja por cada accesorio.

4) **Volumen ocupado por equipos o dispositivos.** Para cada chasis que contenga uno o más equipos o artefactos eléctricos, se debe dejar un volumen doble del que se indica en la Tabla 370-16(b) para el conductor de mayor tamaño nominal que haya en la caja por cada equipo o artefacto eléctrico soportado por ese chasis.

5) **Volumen ocupado por los conductores de puesta a tierra de equipo.** Cuando entre en una caja uno o más conductores de puesta a tierra de equipo, se debe dejar un volumen tal como el que se indica en la Tabla 370-16(b) para el conductor de tierra de mayor tamaño nominal que haya en la caja. Cuando en la caja se encuentren otros conductores de puesta a tierra de equipo, como se permite en la Excepción 4 de

250-74, se debe calcular un volumen adicional equivalente al del conductor adicional de tierra, de mayor tamaño nominal.

c) Cajas de paso. Las cajas de paso que contengan conductores de tamaño nominal de 13,3 mm² (6 AWG) o menores, y que sean distintas a las cajas de paso de radio reducido descritos en 370-5, deben tener un área de sección transversal no menor que el doble del área de la sección transversal del mayor tubo (conduit) al que estén unidas. El número máximo de conductores permitidos debe corresponder al número máximo permitido por la Tabla 10-1 del Capítulo 10 para el tubo (conduit) unido al registro.

Las cajas de paso no deben contener empalmes, conexiones ni dispositivos excepto si están marcados por el fabricante de modo legible y duradero con su capacidad en cm³. El número máximo de conductores se debe calcular mediante el mismo procedimiento para conductores similares en cajas distintas a las normalizadas. Las cajas de paso se deben sujetar de modo que queden rígidas y seguras.

370-1 7. Conductores que entran en cajas, cajas de paso o accesorios. Los conductores que entran en cajas, cajas de paso o accesorios deben ir protegidos contra la abrasión y cumplir con las siguientes disposiciones:

a) Aberturas que se deben cerrar. Las aberturas por las que entran los conductores se deben cerrar adecuadamente.

b) Cajas y cajas de paso metálicas. Cuando se instalen cajas o cajas de paso metálicas en alambrado expuesto o en alambrados ocultos sobre aisladores, los conductores deben entrar a través de boquillas aislantes o en los lugares secos, a través de tubos flexibles que se extiendan desde el último soporte aislante y que estén firmemente sujetos a la caja o registro. Cuando haya un tubo (conduit) o cable instalados con cajas o cajas de paso metálicas, la tubería o el cable deben ir sujetos adecuadamente a dichas cajas o cajas de paso.

c) Cajas no metálicas. Las cajas no metálicas deben ser adecuadas para el conductor de temperatura nominal más baja que entre en las mismas. Donde se utilicen cajas no metálicas en alambrado expuesto o en alambrados ocultos sobre aisladores, los conductores deben entrar en la caja por aberturas independientes. Donde se utilicen tubos flexibles para canalizar los conductores, los tubos deben sobresalir desde el último soporte aislante hasta no menos de 6 mm dentro de la caja. Donde se utilicen cables con recubrimiento no metálico, el conjunto del cable, incluido el recubrimiento, debe extenderse dentro de la caja no menos de 6 mm a través de una abertura en la tapa de la caja. En todos los casos, los cables deben estar sujetos a la caja por medios adecuados.

Excepción: No es necesario sujetar el cable a la caja cuando se utilicen cables con recubrimiento no metálico en cajas de tamaño no mayor que 5,7 cm x 10,2 cm montadas en paredes o techos y si el cable está sujeto a menos de 20 cm de la caja, medidas a lo largo de su recubrimiento y si este recubrimiento se extiende a través de una tapa en una longitud no menor que 6 mm. Se permite que pasen varios cables por una sola abertura de la tapa.

d) Conductores de tamaño nominal de 21,2 mm² (4 AWG) o mayores. La instalación debe cumplir lo establecido en 300-4(f).

370-1 8. Aberturas no utilizadas. Las aberturas para cables o canalizaciones en cajas y cajas de paso que no se utilicen, se deben cerrar eficazmente de modo que ofrezcan una protección prácticamente igual que la de la pared de la caja o registro. Si se utilizan tapas o chapas metálicas en cajas o cajas de paso no metálicas deben introducirse como mínimo 6 mm por debajo de la superficie externa de las cajas.

370-1 9. Cajas con dispositivos montados a nivel. En las cajas utilizadas para instalar dispositivos que queden a nivel, su diseño debe ser tal que los dispositivos queden perfectamente encerrados por detrás y por los lados y firmemente sujetos. Los tornillos de sujeción de las cajas no se deben utilizar para sujetar los dispositivos instalados dentro de las mismas.

370-20. En paredes o techos. En las paredes o techos de concreto, azulejo u otro material no combustible, las cajas se deben instalar de modo que su borde delantero no quede más de 6 mm por debajo de la superficie terminada. En las paredes y techos de madera u otro material combustible, las cajas deben quedar a nivel con la superficie terminada o sobresalir de ella.

370-23. Soportes. Los envolventes o cubiertas a los que se refiere el Artículo 370 deben estar rígidamente sujetas, de acuerdo con lo indicado en los siguientes incisos.

a) **Montaje sobre superficies.** Los envolventes o cubiertas deben ir sujetas a la superficie sobre la que van montadas, a no ser que dicha superficie no ofrezca un soporte adecuado, en cuyo caso se deben sujetar según lo establecido en (b).

b) **Montaje estructural.** Las cubiertas se deben sujetar rígidamente a un miembro de la estructura del edificio, directamente en el piso o mediante accesorios de fijación de metal, polímeros o madera.

1) **Clavos y tornillos.** Si se utilizan clavos o tornillos como medios de sujeción, deben emplearse mediante accesorios de fijación, o se permite que pasen a través del interior de la envolvente si están situados a menos de 6 mm del fondo o extremos de la envolvente.

2) **Los accesorios de fijación metálicos deben estar protegidos contra la corrosión y tener un espesor de metal no menor que 0,5 mm sin recubrir.** Los accesorios de fijación de madera deben tener un área de sección transversal no menor que la nominal de 2,5 cm x 5,1 cm. Los accesorios de fijación de madera en lugares húmedos se deben tratar de acuerdo con esa circunstancia. Los accesorios de fijación de polímeros deben estar aprobados e identificados para poder instalarse en ese uso.

Montaje no estructural. Se permite instalarlas a nivel de las superficies cubiertas existentes cuando ofrezcan soporte adecuado por medio de abrazaderas, anclajes o accesorios. Se permite utilizar los miembros del armazón de los techos suspendidos como soporte, si esos miembros están adecuadamente soportados y sujetos entre sí y a la estructura del edificio. Las cubiertas así soportadas se deben sujetar al armazón por medios mecánicos como pernos, tornillos o remaches. También se permite usar clips aprobados e identificados para su uso con ese tipo de armazón de techo y cubierta.

d) **Canalizaciones sujetando envolventes, sin aparatos ni dispositivos.** Los envolventes que no tengan más de 1 640 cm³ de tamaño nominal y tengan entradas roscadas o conectores aprobados e identificados para ese uso y que no contengan dispositivos ni aparatos de soporte, se deben considerar adecuadamente soportadas cuando lleven conectadas al envolvente dos o más tubos roscados firmemente apretados con llave y cuando cada uno de los tubos esté soportado a menos de 91 cm del envolvente a dos o más lados, de modo que presente un conjunto rígido y seguro como establece esta Sección de la norma.

Excepción: Se permite utilizar como soporte de las cajas de paso los tubos (conduit) pesados, semipesados, ligeros y los no metálicos pesados, siempre que las cajas de paso no sean de mayor tamaño nominal que el del tubo (conduit) metálico de mayor tamaño nominal.

Se debe considerar que dichos envolventes están adecuadamente apoyados si cumplen con lo establecido en 370-23(e).

e) **Canalizaciones que sujetan envolventes, con aparatos o dispositivos.** Los envolventes que no tengan más de 1 640 cm³ de volumen y tengan conectores roscados aprobados e identificados para ese uso y que contengan dispositivos, aparatos o ambos, deben considerarse adecuadamente apoyados cuando lleven conectados al envolvente o a los conectores dos o más tubo (conduit) roscados bien apretados con llave y cuando cada uno de ellos esté apoyado a menos de 457 mm a dos o más lados del envolvente, de modo que presente un conjunto rígido y seguro como establece esta Sección de la norma.

Excepción 1: Se permite utilizar como soporte de las cajas de paso, tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado, siempre que las cajas de paso no sean de diámetro nominal igual que el del tubo (conduit) metálico de mayor diámetro nominal.

Excepción 2: Se permite utilizar como soporte de las cajas utilizadas a su vez como soporte de aparatos, un tramo continuo de tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado o apoyar una cubierta de cables en un aparato en vez de una caja, de acuerdo con lo indicado en 300-15(d), cuando se cumplan las condiciones siguientes:

a. Que el tubo (conduit) esté firmemente sujetado a un punto de modo que la longitud del mismo después del último punto de soporte del mismo no sea mayor que 91 cm.

b. Que la longitud del tubo (conduit) antes del último punto de soporte sea de 30 cm o mayor.

c. Que, cuando sea accesible a personas no calificadas, el aparato esté como mínimo a 2,44 m por encima del piso o zona de paso, medidos hasta su punto más bajo, y como mínimo a 91 cm, medidos en horizontal, de la elevación de 2,44 m desde las ventanas, puertas, cobertizos, salidas de incendios o similares.

d. Que un aparato soportado por un solo tubo (conduit) no tenga más de 30 cm en cualquier dirección desde el punto de entrada del mismo.

e. Que el peso soportado por cualquier tubo (conduit) individual no supere 9 kg.

f. Que el tubo (conduit) esté atornillado y apretado con llave por sus extremos a la caja o gabinete de los cables o a los conectores aprobados e identificados para ese fin.

f) Cajas en concreto o mampostería. Se permite empotrar las cajas en concreto o en mampostería.

g) Cajas colgantes. Se permite que las cajas estén colgadas, de acuerdo con las siguientes condiciones:

1) **Cordón flexible.** Se permite que las cajas estén soportadas por un cordón flexible multiconductor, de manera aprobada y que proteja a los conductores contra esfuerzos, por ejemplo, mediante un conector roscado a la caja y sujeto con una tuerca.

2) **Tubo (conduit).** Se permite que las cajas que soporten portalámparas o elementos de alumbrado o los envolventes del alambrado utilizados en lugar de cajas de acuerdo con lo indicado en 300-15(d), estén soportadas por tubo (conduit) tipo pesado o semipesado en tramos superiores a 455 mm, si los tramos están conectados al sistema de alambrado por medio de accesorios flexibles adecuados para el lugar en cuestión. En el extremo del aparato, el tubo (conduit) debe estar roscado y apretado con llave al envolvente del alambrado o a conectores aprobados e identificados para ese uso.

Donde estén soportadas por un solo tubo (conduit), se debe evitar que las juntas roscadas se aflojen utilizando tornillos pasados u otro medio eficaz o el aparato debe estar en cualquier punto a 2,5 m sobre el piso o zona de paso y a un mínimo de 91 cm medidos horizontalmente de la elevación de 2,5 m de las ventanas, puertas, cobertizos, salidas de incendios o elementos similares. Un aparato apoyado en un solo tubo no debe estar a más de 3 m en cualquier dirección horizontal del punto de entrada del tubo (conduit).

370-25. Tapas sencillas y ornamentales. En las instalaciones una vez terminadas, todas las cajas deben tener una tapa, una placa de cierre o una tapa ornamental.

a) **Tapas y placas metálicas o no metálicas.** Se permite utilizar con las cajas no metálicas, tapas metálicas o no metálicas. Cuando se utilicen tapas o placas metálicas, deben cumplir los requisitos de puesta a tierra indicados en 250-42.

NOTA: Para más requisitos sobre puesta a tierra, véase 410-18(a) sobre tapas ornamentales metálicas y en 380-12 y 410-56(d) para placas metálicas.

b) **Acabados de paredes o techos combustibles expuestos.** Cuando se utilice una tapa o placa de cierre, todas las paredes o techos con acabados combustibles que estén expuestos y queden entre el borde de la tapa o placa y la caja de salida, se deben sellar con material no combustible.

c) **Cordones flexibles colgantes.** Las tapas de cajas de salida y cajas de paso que tengan aberturas a través de las cuales pasen cordones flexibles colgantes, deben estar dotadas de boquillas diseñadas para ese uso o tener una superficie lisa y perfectamente redondeada en la que se puedan soportar los cables. No se deben utilizar boquillas de goma dura o mixtas.

370-27. Cajas de salida

a) **Cajas en las salidas para aparatos de alumbrado.** Las cajas utilizadas en las salidas para aparatos de alumbrado deben estar diseñadas para ese fin. En todas las salidas utilizadas únicamente para alumbrado, la caja debe estar diseñada o instalada de modo que se le pueda conectar el dispositivo de alumbrado.

b) **Cajas en el piso.** Para salidas situadas en el piso se deben utilizar cajas aprobadas y listadas específicamente para esa aplicación.

Excepción: Las cajas situadas en pisos elevados de escaparates y lugares similares, cuando no están expuestas a daño físico, humedad y suciedad.

c) **Cajas de salida para ventiladores de techo.** Las cajas de salida para ventiladores no se deben utilizar como único soporte para los ventiladores de techo (de paletas).

Excepción: Se permite utilizar como único medio de soporte las cajas aprobadas y listadas para esta aplicación.

370-28. Cajas de empalmes y tiro. Las cajas y cajas de paso utilizados como cajas de empalmes o de paso deben cumplir los siguientes incisos.

Excepción: Las terminales suministradas con los motores deben cumplir lo establecido en 430-12.

a) Tamaño mínimo. En canalizaciones que contengan conductores de 21,2 mm² (4 AWG) o mayores y para los cables que contengan conductores de 21,2 mm² (4 AWG) o mayores, las dimensiones mínimas de las cajas de empalmes o de paso instaladas en la canalización o en el tramo del cable, deben cumplir lo siguiente:

1) **Tramos rectos.** En los tramos rectos, la longitud de la caja no debe ser menor que ocho veces el diámetro nominal de la canalización más grande.

2) **Dobleces en ángulo o en U.** Cuando se hagan empalmes o dobleces en ángulo o en U, la distancia entre la entrada de cada canalización a la caja y la pared opuesta de la misma, no debe ser menor que seis veces el mayor diámetro nominal de la canalización más grande de una fila. Si se añaden nuevas entradas, esta distancia se debe aumentar en una cantidad que sea la suma de los diámetros de todas las demás canalizaciones que entran en la misma fila o por la misma pared de la caja. Cada fila debe calcularse por separado y tomar la máxima distancia.

Excepción: Cuando la entrada de una canalización o de un cable esté en la pared de una caja o registro opuesta a la tapa removible y cuando la distancia desde esa pared hasta la tapa cumpla lo establecido en la columna de un cable por terminal de la Tabla 373-6(a).

La distancia entre las entradas de la canalización que contenga el mismo cable no debe ser menor que seis veces el diámetro de la canalización más grande.

Si en lugar del tamaño de la canalización en los anteriores incisos (a)(1) y (a)(2) se toma el tamaño nominal del cable, se debe utilizar el tamaño nominal mínimo de la canalización para el número y tamaño de los conductores del cable.

3) Se permite utilizar cajas o cajas de paso de dimensiones menores a las establecidas en los anteriores (a)(1) y (a)(2) en instalaciones con varios conductores que ocupen menos del máximo permitido en cada tubo (conduit) (de los que se utilicen en la instalación), según permite la Tabla 10-1 del Capítulo 10, siempre que la caja o caja de paso hayan sido aprobadas para ese uso y estén permanentemente marcados con el número y tamaño nominal máximo permitidos en los conductores.

b) **Conductores en cajas de empalmes o de paso.** En cajas de empalmes o de paso en las que cualquiera de sus dimensiones sea superior a 1,8 m, todos los conductores deben estar instalados o sujetos de manera aprobada.

c) **Tapas.** Todas las cajas de empalmes y de derivación y las cajas de paso deben estar dotadas de tapas compatibles que sean adecuadas para sus condiciones de uso. Si se utilizan tapas metálicas, deben cumplir los requisitos de puesta a tierra indicados en 250-42. Cualquier extensión de la tapa de una caja expuesta debe cumplir lo establecido en la Excepción de 370-22.

d) **Barreras permanentes.** Cuando se instalen barreras permanentes en una caja, cada sección de la misma se debe considerar como una caja independiente.

370-29. Cajas de paso, cajas de empalmes, de derivación y de salida accesibles. Las cajas de paso y las cajas de empalmes, de derivación y de salida se deben instalar de tal manera que los cables contenidos dentro de las mismas sean accesibles sin tener que quitar ninguna parte del edificio o en las instalaciones subterráneas, sin tener que excavar las aceras, el pavimento, la tierra u otra sustancia que constituya el acabado de la superficie.

Excepción: Se permite utilizar cajas aprobadas y listadas cuando estén cubiertas por grava, agregado fino o granulado no cohesivo si están efectivamente identificadas y son accesibles para excavaciones.

370-40. Cajas, cajas de paso y accesorios metálicos

a) **Resistentes a la corrosión.** Las cajas, cajas de paso y accesorios metálicos deben ser resistentes a la corrosión o estar galvanizados, esmaltados o recubiertos de un modo adecuado, por dentro y por fuera, para evitar la corrosión.

NOTA: Para limitaciones de uso de las cajas y accesorios protegidos contra la corrosión sólo por esmalte, véase 300-6.

b) **Espesor del metal.** Las cajas de lámina de acero menores a 1 640 cm³ de volumen deben estar fabricadas de lámina de un espesor mínimo de 1,6 mm. La pared de una caja de hierro maleable, aluminio

fundido, bronce, o cajas de paso, no debe tener menos de 2,38 mm de espesor. Las cajas o cajas de paso de otros metales deben tener un espesor de pared no menor que 3,17 mm.

Excepción 1: Las cajas y cajas de paso aprobadas y listadas que demuestren tener una resistencia y características equivalentes, pueden estar hechos de metal más delgado o de otros metales.

Excepción 2: Se permite que las paredes de cajas de paso de radio reducido, de los que trata la Sección 370-5, estén fabricadas de metal más delgado.

c) **Cajas metálicas de más de 1 640 cm³.** Las cajas metálicas de tamaño superior a 1 640 cm³ deben estar construidas de modo que sean suficientemente resistentes y rígidas. Si son de placa de acero, el espesor del metal no debe ser menor que 1,35 mm sin recubrir.

d) **Puesta a tierra.** En todas las cajas metálicas debe estar prevista la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipo. Se permite que esa conexión se haga en un orificio roscado o equivalente.

370-41. Tapas. Las tapas metálicas deben ser del mismo material que la caja o el registro en el que vayan instaladas, o deben ir forradas de un material aislante firmemente adherido de un espesor no menor que 0,79 mm o estar aprobadas y listadas para ese uso. Las tapas metálicas deben ser del mismo espesor que las cajas o cajas de paso en las que se utilicen o deben estar aprobadas y listadas para ese uso. Se permite tapas de porcelana u otro material aislante aprobado si tienen un espesor y forma que proporcione la misma resistencia y protección.

370-42. Boquillas. Las tapas de las cajas de salida y cajas de paso que tengan aberturas a través de los cuales puedan pasar cables flexibles, deben estar dotadas de boquillas aprobadas o tener una superficie lisa y perfectamente redondeada sobre la que haga el recorrido el cable. Cuando pasen por una tapa metálica conductores separados, cada conductor debe pasar por un agujero independiente equipado con una boquilla de material aislante adecuado. Dichas aberturas deben estar conectadas por ranuras, como se exigen 300-20.

370-43. Cajas no metálicas. Los elementos de soporte u otros medios de montaje de las cajas no metálicas deben estar situados fuera de la caja o estar construidos de manera que se evite el contacto entre los conductores alojados dentro de la caja y los tornillos de sujeción.

370-70. Disposiciones generales. Además de las disposiciones generales del Artículo 370, se deben aplicar las disposiciones normativas indicadas en 370-71 y 370-72.

370-71. Tamaño de las cajas de empalmes y de paso. Las cajas de empalmes y de paso deben tener dimensiones y espacio suficiente para la instalación de los conductores y deben cumplir los requisitos específicos de esta Sección.

Excepción: Las terminales suministradas con los motores deben cumplir lo establecido en 430-12.

a) **Para derivaciones rectas.** La longitud de la caja no debe ser menor que 48 veces el diámetro exterior total (sobre el recubrimiento) del mayor conductor blindado o recubierto de plomo o del mayor cable que entre en la caja. En el caso de conductores o cables no blindados, la longitud de la caja no debe ser menor que 32 veces el diámetro exterior del mayor de ellos.

b) **Para derivaciones en ángulo o en U**

1) La distancia entre la entrada de cada cable o conductor a la caja y la pared opuesta de la misma, no debe ser menor que 36 veces el diámetro exterior sobre el recubrimiento del mayor de los cables o conductores. Si hay otras entradas, esta distancia se debe aumentar en la suma de los diámetros exteriores sobre el revestimiento de todos los cables o conductores que entran a la caja por la misma pared.

Excepción 1: Si la entrada de un conductor o cable en una caja está en la pared opuesta a la tapa removible, se permite que la distancia desde esa pared hasta la tapa sea no menor que el radio de curvatura de los conductores, como se establece en 300-34.

Excepción 2: Si los cables son no blindados y no recubiertos de plomo, se permite que la distancia de 36 veces su diámetro exterior se reduzca a 24 veces dicho diámetro.

2) La distancia entre la entrada de un cable o conductor a la caja y su salida de la misma no debe ser menor que 36 veces el diámetro exterior incluyendo el recubrimiento de ese cable o conductor.

Excepción: Si los cables son no blindados y no recubiertos de plomo, se permite que la distancia de 36 veces su diámetro exterior se reduzca a 24 veces dicho diámetro.

c) **Laterales removibles.** Uno o más laterales de las cajas de derivación deben ser removibles.

370-72. Requisitos de construcción e instalación

a) **Protección contra la corrosión.** Las cajas deben estar fabricadas de material intrínsecamente resistente a la corrosión o estar bien protegidas, tanto por dentro como por fuera, por esmalte, galvanización, chapado u otro medio.

b) **Paso a través de muros divisorios.** Cuando sea necesario que los conductores o cables pasen a través de muros divisorios u otros elementos, se deben instalar boquillas o accesorios adecuados con bordes lisos y redondeados.

c) **Envolvente completo.** Una caja debe formar un envolvente completo para los conductores o cables que contenga.

d) **Cables accesibles.** Las cajas deben estar instaladas de manera que los cables sean accesibles sin tener que quitar ninguna parte del edificio. Debe haber espacio de trabajo suficiente según lo establecido en 110-34.

e) **Tapas adecuadas.** Las cajas deben estar cerradas mediante tapas adecuadas firmemente sujetas. Las tapas de las cajas subterráneas que pesen más de 45 kg deben estar marcadas de modo permanente con la inscripción.

“PELIGRO - ALTA TENSION ELECTRICA - ALEJSE”

Las marcas deben estar en el exterior de la tapa de la caja y ser fácilmente visibles. Las letras deben ser mayúsculas y tener como mínimo 13 mm de altura.

f) **Adecuadas para soportar el manejo esperado.** Las cajas y sus tapas deben ser capaces de soportar el manejo al que se espere que puedan estar sometidas.

ARTICULO 373 - GABINETES, CAJAS PARA CORTACIRCUITOS Y BASES PARA MEDIDORES

373-2. En lugares húmedos, mojados o áreas peligrosas (clasificadas).

a) **En lugares húmedos y mojados.** En los lugares húmedos o mojados, las envolventes montadas en superficie a que hace referencia este Artículo, deben estar colocadas o equipadas de modo que eviten que el agua o la humedad entren y se acumulen dentro del gabinete o caja para cortacircuitos, y deben ir montadas de modo que quede por lo menos 6,5 mm de espacio libre entre la envolvente y la pared u otra superficie de soporte. Los gabinetes o cajas para cortacircuitos instalados en lugares mojados, deben ser a prueba de intemperie.

Excepción: Se permite instalar gabinetes y cajas para cortacircuitos no metálicos sin espacio libre cuando estén sobre una pared de concreto, ladrillo, azulejo o similar.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

b) **En áreas peligrosas (clasificadas).** La instalación de cajas para cortacircuitos o gabinetes en áreas peligrosas (clasificadas) debe ajustarse a lo indicado en los Artículos 500 a 517.

373-3. Posición en las paredes. En las paredes de concreto, azulejo u otro material no combustible, los gabinetes deben instalarse de modo que el borde delantero del mismo no quede metido más de 6,35 mm por debajo de la superficie de la pared. En las paredes de madera u otro material combustible, los gabinetes deben quedar a nivel con la superficie o sobresalir de la misma.

373-4. Aberturas no utilizadas. Las aberturas no utilizadas de los gabinetes o cajas para cortacircuitos deben cerrarse eficazmente de modo que ofrezcan una protección prácticamente igual que la de la pared del gabinete o caja para cortacircuitos. Si se utilizan tapas o placas metálicas en gabinetes o cajas para cortacircuitos no metálicos, deben quedar como mínimo 6,35 mm por debajo de su superficie exterior.

373-5. Conductores que entran en los gabinetes o cajas para cortacircuitos. Los conductores que entran en los gabinetes o cajas para cortacircuitos deben estar protegidos contra la abrasión y cumplir con lo establecido en los siguientes incisos:

a) **Aberturas que se deben cerrar.** Las aberturas a través de las que entran conductores se deben cerrar adecuadamente.

b) **Gabinetes metálicos y cajas para cortacircuitos.** Cuando se instalen gabinetes o cajas para cortacircuitos metálicas con alambrado expuesto u oculto sobre aisladores, los conductores deben entrar en ellos a través de boquillas aislantes o en los lugares secos, a través de tubería flexible que vaya desde el último soporte aislante y estén firmemente sujetas al gabinete o caja para cortacircuitos.

c) **Cables.** Cuando se instalen cables, cada uno de ellos deben ir firmemente sujetos al gabinete o cajas para cortacircuitos.

373-6. Radio de curvatura de los conductores. Los conductores de las terminales o los que entren o salgan de gabinetes, cajas para cortacircuitos y similares, deben cumplir lo establecido en los incisos siguientes:

Excepción: El espacio que se debe dejar para curvatura de los cables en cubiertas de controladores de motores que tengan previstas una o dos fases por cada terminal, debe cumplir con lo establecido en 430-10(b).

a) **Ancho de los canales para cables.** No se deben doblar los conductores dentro de un gabinete o cajas para cortacircuitos a no ser que exista un canal de ancho según la Tabla 373-6(a). Los conductores en paralelo según 310-4 se deben calcular sobre la base del número de conductores en paralelo.

TABLA 373-6(a).- Espacio mínimo para la curvatura de los cables en las terminales y ancho mínimo de los canales para cables (mm)

Tamaño o Designación mm² (AWG o kcmil)	Cables por cada Terminal				
	uno	dos	tres	cuatro	cinco
2,08-5,26 (14-10)	No especificado	---	---	---	---
8,37-13,3 (8-6)	40	---	---	---	---
21,2-26,7 (4-3)	50	---	---	---	---
33,6 (2)	65	---	---	---	---
42,4 (1)	75	---	---	---	---
53,5-67,4 (1/0-2/0)	90	125	180	---	---
85,0-107 (3/0-4/0)	100	150	200	---	---
127 (250)	115	150	200	250	---
152-177 (300-350)	125	200	250	300	---
203-253 (400-500)	150	200	250	300	350
304-355 (600-700)	200	250	300	350	400
380-456 (750-900)	200	300	350	400	450
507-633 (1 000-1 250)	250	---	---	---	---
760-1010 (1 500-2 000)	300	---	---	---	---

El espacio del doblez en las terminales se debe medir en línea recta de la punta del adaptador o del conector de alambre (en la dirección en que el alambre salga de la terminal) a la pared, barrera u obstrucción.

b) **Espacio para la curvatura de los cables en las terminales.** En cada terminal se debe dejar un espacio para la curvatura de los cables, de acuerdo con lo siguiente:

1) Cuando el conductor no entre o salga de la cubierta a través de la pared opuesta a la terminal, se debe aplicar la Tabla 373-6(a).

Excepción 1: Se permite que un conductor entre o salga de un gabinete a través de la pared opuesta a su terminal, siempre que el conductor entre o salga por donde el canal se una a otro canal adyacente que tenga un ancho de acuerdo con lo indicado en la Tabla 373-6(b) para ese conductor.

Excepción 2: Se permite que un conductor de tamaño nominal no mayor que 177 mm² (350 kcmil) entre o salga de una caja que contenga sólo un receptáculo para medidor, a través de la pared opuesta a su terminal, siempre que esa terminal esté instalada en el fondo, cuando:

a. La terminal señale hacia la abertura del gabinete y forme un ángulo menor que 45° con la pared de enfrente, o

b. La terminal señale directamente hacia la pared del gabinete y esté desplazado no más de 50% del espacio para curvatura especificado en la Tabla 373-6(a).

NOTA: El desplazamiento es la distancia desde el eje central de la terminal hasta una línea que pase por el centro de la abertura del gabinete, medida a lo largo de la pared de dicha cubierta.

2) Cuando el conductor entre o salga del gabinete a través de la pared opuesta a su terminal, se debe aplicar lo expuesto en la Tabla 373-6(b).

c) **Conductores de tamaño nominal 21,2 mm² (4 AWG) o mayores.** Su instalación debe cumplir lo establecido en 300-4(f).

TABLA 373-6(b).- Espacio mínimo en milímetros, para la curvatura de los cables en las terminales según 373-6(b)(2)

Tamaño o Designación mm ² (AWG o kcmil)	Número de cables por cada terminal y espacio en milímetros			
	uno	dos	tres	Cuatro o más
2,08-5,26 (14-10)	No especificado	---	---	---
8,37 (8)	40	---	---	---
13,3 (6)	50	---	---	---
21,2 (4)	75	---	---	---
26,7 (3)	75	---	---	---
33,6 (2)	90	---	---	---
42,4 (1)	115	---	---	---
53,5 (1/0)	140	140	180	---
67,4 (2/0)	150	150	190	---
85,0 (3/0)	160	160	200	---
107 (4/0)	180	190	215	---
127 (250)	215	215	230	250
152 (300)	250	250	280	300
177 (350)	300	300	330	350
203 (400)	330	330	350	380
253 (500)	350	350	380	400
304 (600)	380	400	450	480
355 (700)	400	450	500	550
380 (750)	430	480	550	600
405 (800)	450	500	550	600
456 (900)	480	550	600	600
507 (1 000)	500	---	---	---
633 (1 250)	550	---	---	---
760 (1 500)	600	---	---	---
887 (1 750)	600	---	---	---
1010 (2 000)	600	---	---	---

El espacio de dobleces en terminales debe medirse en línea recta de la punta del adaptador o conector del alambre en dirección perpendicular a la pared del registro. Para terminales removibles y de tendido de cables, para un solo alambre el espacio de doblez se permite se reduzca a las cantidades en mm de la tabla.

373-7. Espacio dentro de los gabinetes. Los gabinetes y cajas para cortacircuitos deben tener espacio suficiente para que quen holgadamente todos los conductores instalados en ellos.

373-8. Envoltorios para desconectadores o para dispositivos de protección contra sobrecorriente. Las envoltorios para desconectadores o para dispositivos de sobre corriente no se deben utilizar como cajas de empalmes, canales auxiliares o canalizaciones de conductores que vayan hasta o estén conectados con otros desconectadores o dispositivos de sobre corriente, a menos que quede espacio suficiente para ello. Los conductores no deben ocupar más de 40% del área de la sección transversal del gabinete en cualquier punto y los conductores, empalmes y conexiones no deben ocupar más de 75% del área referida.

373-9. Espacio lateral, posterior o canales para cables. Los gabinetes y cajas para cortacircuitos deben tener espacio posterior para cables, canales o compartimentos para cables, según se establece en 373-11 (c) y (d).

373-10. Materiales. Los gabinetes y cajas para cortacircuitos deben cumplir lo establecido en los incisos siguientes:

a) **Gabinetes y cajas para cortacircuitos metálicos.** Los gabinetes y las cajas para cortacircuitos hechos de metal, deben protegerse por dentro y por fuera contra la corrosión.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

b) **Resistencia mecánica.** Los gabinetes y las cajas para cortacircuitos deben estar construidos de modo que sean resistentes y rígidos. Si son de placa de acero, el espesor de la placa no debe ser menor que 0,8 mm sin recubrir.

c) **Gabinetes no metálicos.** Los gabinetes no metálicos deben estar aprobados y listados antes de instalarlos.

ARTICULO 380 – DESCONECTADORES

380-2. Conexiones de los desconectadores

a) **Interruptores de tres y de cuatro vías.** Los desconectadores de tres y de cuatro vías deben estar conectados de modo que la desconexión se haga sólo en el conductor de fase del circuito. Cuando estén instalados en canalizaciones metálicas o con cables con recubrimiento metálico, el alambrado entre los desconectadores y las salidas debe cumplir lo establecido en 300-20(a).

Excepción: En los circuitos cerrados de desconectadores no se exige un conductor puesto a tierra.

b) **Conductores puestos a tierra.** Los desconectadores o interruptores automáticos no deben desconectar el conductor puesto a tierra de un circuito.

Excepción 1: Se permite que un desconectador o un interruptor automático desconecte el conductor puesto a tierra de un circuito cuando se desconecten simultáneamente todos los conductores del circuito.

Excepción 2: Se permite que un desconectador o un interruptor automático desconecte el conductor puesto a tierra de un circuito cuando el desconectador esté instalado de manera que no se pueda desconectar el conductor puesto a tierra hasta que se hayan desconectado todos los conductores de fase del circuito.

380-3. Envoltorios. Los desconectadores e interruptores automáticos deben ser de tipo operable desde afuera e ir montados en un envolvente aprobado y listado para el uso previsto. El espacio mínimo para los cables en las terminales y el espacio mínimo en los canales auxiliares previstos en los envolventes de desconectadores, deben ser los indicados en 373-6.

Excepción 1: Se permite que estén fuera de envolventes los desconectadores de acción rápida y de cuchilla, tanto de tipo colgante como montados en superficie en un tablero de alumbrado y distribución o tablero de distribución abierto.

Excepción 2: Se permite que estén fuera de envolventes los desconectadores e interruptores automáticos instalados, de acuerdo con lo indicado en 110-1 7(a)(1), (2), (3) o (4).

380-4. En lugares mojados. Un desconectador o interruptor automático instalado en un lugar mojado o fuera de un edificio, debe estar encerrado en un envolvente a prueba de intemperie o gabinete aprobado para uso en intemperie que cumpla con lo establecido en 373-2(a). No se deben instalar desconectadores en lugares mojados, en los espacios para tinas bañeras o duchas, excepto si están instalados como parte de un conjunto aprobado y listado para tinas bañeras o duchas.

380-5. Desconectadores de tiempo, intermitentes y dispositivos similares. Los desconectadores de tiempo, intermitentes y similares deben ser de tipo cerrado o ir montados en gabinetes, cajas o envolventes para equipo. Sus partes energizadas deben estar aisladas tras una barrera para evitar que el operador las toque cuando accione o ajuste manualmente los desconectadores.

Excepción: Se permite montar sin barreras los dispositivos accesibles únicamente a personas calificadas, siempre que estén situados dentro de un envolvente, de modo que cualquier parte energizada que quede a menos de 1,5 m de la zona de accionamiento o ajuste manual, esté protegida por una barrera adecuada.

380-6. Posición de los desconectadores de cuchilla

a) **Desconectadores de cuchilla de un tiro.** Los desconectadores de cuchilla de un tiro deben estar colocados de modo que no se puedan cerrar por la acción de la gravedad. Los desconectadores de cuchilla de un tiro, aprobados para ser utilizados en posición invertida, deben tener un dispositivo de bloqueo que asegure que las cuchillas permanezcan en posición abierta, cuando así se coloquen.

b) **Desconectadores de cuchilla de doble tiro.** Se permite instalar los desconectadores de cuchilla de doble tiro de modo que su accionamiento sea horizontal o vertical. Cuando el accionamiento sea vertical, se debe tener un mecanismo de bloqueo que asegure las cuchillas en posición abierta cuando así se coloquen.

c) **Conexión de los desconectadores de cuchilla.** Los desconectadores de cuchilla de un tiro se deben conectar de modo que las cuchillas estén desenergizadas cuando el desconectador esté en posición abierta.

Excepción: Cuando el desconectador esté conectado por el lado de la carga a circuitos o a equipos, cuya naturaleza pudiera provocar una fuente energía de retroalimentación. En tales instalaciones, en la cubierta de los desconectadores o inmediatamente al lado de los desconectadores abiertos, debe colocarse una inscripción que diga: "**PRECAUCION: EL LADO DE LA CARGA DEL DESCONECTADOR PUEDE QUEDAR ENERGIZADO POR RETROALIMENTACION**".

380-7. Indicaciones. Los desconectadores de uso general y de circuitos de motores y los interruptores automáticos, cuando vayan montados en un envolvente como se describe en 380-3, deben indicar claramente si están en posición "abierta" (desconectada) o "cerrada" (conectada).

Cuando las manivelas de estos desconectadores o interruptores automáticos se accionen vertical y no horizontalmente o mediante giro, la posición superior de la manivela siempre debe ser la de cerrada (conectada).

Excepción: Los desconectadores de doble tiro.

380-8. Acceso y agrupamiento

a) **Ubicación.** Todos los desconectadores y los interruptores automáticos utilizados como desconectadores deben estar ubicados de modo que se puedan accionar desde un lugar fácilmente accesible. Deben estar instalados de modo que el centro de la palanca del desconectador o interruptor automático, cuando esté en su posición más alta, no esté a más de 2 m sobre el piso o la plataforma de trabajo.

Excepción 1: En las instalaciones con barras colectoras se permite que los desconectadores con fusibles e interruptores automáticos estén situados al mismo nivel que las barras. Se debe instalar un medio adecuado para accionar la manivela del desconectador desde el piso.

Excepción 2: Se permite que los desconectadores instalados al lado de motores, aparatos u otro equipo a los que alimenten estén situados más alto de lo especificado en los párrafos anteriores y que sean accesibles por medios portátiles.

Excepción 3: Se permite que los desconectadores aisladores accionados por medio de pértigas estén situados a mayor altura.

b) **Tensión eléctrica entre desconectadores adyacentes.** Los desconectadores de uso general de acción rápida no deben agruparse en envolventes, excepto si están colocados de manera que la tensión eléctrica entre dos desconectadores adyacentes no supere 300 V, o excepto si están instalados en envolventes equipados con barreras permanentes entre los desconectadores adyacentes.

380-11. Interruptores automáticos utilizados como desconectadores. Se permite utilizar como desconectador, a un interruptor automático de accionamiento manual equipado con una manivela o un interruptor automático accionado por energía eléctrica operable manualmente, siempre que tenga el número de polos adecuado.

NOTA: véase lo establecido en 240-8 1 y 240-83.

380-12. Puesta a tierra de los envolventes de desconectadores e interruptores automáticos. Los envolventes metálicos de desconectadores e interruptores automáticos, se deben poner a tierra como se especifica en el Artículo 250. Cuando se utilicen envolventes no metálicos con canalizaciones metálicas o cables con recubrimiento metálico, se deben tomar las medidas necesarias para proporcionar la continuidad de la puesta a tierra. Las tapas metálicas protectoras de los desconectadores de acción rápida deben ser puestas a tierra eficazmente si se utilizan en métodos de alambrado que incluyan o tengan prevista la puesta a tierra.

ARTICULO 384 - TABLEROS DE DISTRIBUCION Y TABLEROS DE ALUMBRADO Y CONTROL

384-3. Soportes e instalación de las barras colectoras y de los conductores

a) **Conductores y barras colectoras en un tablero de distribución o en un tablero de alumbrado y control.** Los conductores y las barras colectoras en un tablero de distribución o en un tablero de alumbrado y control, deben estar instalados de manera que no queden expuestos a daño físico y deben sujetarse firmemente en su sitio. Además del alambrado requerido para la conexión y control, únicamente los conductores destinados para terminar en la sección vertical del tablero de distribución, deben de colocarse en dicha sección. Se deben colocar barreras en todos los tableros de distribución de acometida para aislar de las barras colectoras de acometida y de las terminales.

Excepción: Se permiten conductores que atravesen horizontalmente las secciones verticales de los tableros de distribución cuando aquéllos estén aislados por una barrera de las barras colectoras.

b) **Efectos inductivos y de sobrecalentamiento.** La disposición de los conductores y las barras colectoras debe ser adecuadas para evitar el sobrecalentamiento debido a efectos inductivos.

c) **Uso como equipo de acometida.** Los tableros de distribución o tableros de alumbrado y control que se utilicen como equipo de acometida, deben tener un puente de unión con dimensiones de acuerdo con lo indicado en 250-79(d) o equivalente, situado dentro del tablero o en una de las secciones del tablero de alumbrado y control para conectar el conductor puesto a tierra de la acometida, por el lado de la alimentación, con el marco del tablero o tablero de alumbrado y control. Todas las secciones de los tableros de distribución y fuerza se deben unir mediante un conductor de puesta a tierra de equipo, de tamaño nominal seleccionado de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95.

Excepción: No se exige puente de unión en los tableros de distribución y tableros de alumbrado y control utilizados como equipo de acometida, en sistemas de alta impedancia con neutro puesto a tierra, según lo que se establece en 250-27.

d) **Terminales.** Las terminales de los tableros generales de distribución y tableros de alumbrado y control deben estar situados de modo que no sea necesario atravesar conductores de fase para hacer las conexiones.

e) **Marcado de conductores.** En los tableros de distribución o tableros de alumbrado y control que reciben energía de un sistema de cuatro hilos, conexión en delta, cuando el punto medio de una fase esté puesto a tierra, la barra o conductor de mayor tensión eléctrica a tierra de esa fase debe ir marcado de modo permanente y duradero en su cubierta exterior, con color naranja u otro medio eficaz.

f) **Arreglo de las fases.** El arreglo de las fases en las barras de sistemas trifásicos debe ser A, B y C del frente hacia atrás, de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha, vistas desde el frente del tablero o panel de alumbrado y control. En sistemas trifásicos de cuatro hilos conectados en delta, la fase B debe ser la que tenga mayor tensión eléctrica a tierra. Si se hacen modificaciones a instalaciones ya existentes, se permiten otras distribuciones siempre que se identifiquen adecuadamente.

Excepción: El equipo dentro de tableros de distribución de sección individual o de secciones múltiples o dentro de tableros de alumbrado y control, como el medidor en sistemas trifásicos de cuatro hilos en conexión delta, puede tener la misma configuración de fases que tiene el equipo de medición.

g) **Espacio mínimo para la curvatura de los conductores.** El espacio mínimo para las curvas de los conductores en las terminales y para los canales auxiliares de los tableros de distribución y tableros de alumbrado y control, debe ser el indicado en 373-6.

384-4. Instalación. El equipo cubierto por el Artículo 384 y los centros de control de motores deben estar ubicados en lugares específicos para este equipo y protegidos contra los daños de los que tratan los incisos a) y b) siguientes.

Excepción: El equipo de control que por su naturaleza o por otras especificaciones de esta norma deba estar cerca o a la vista de la maquinaria que controla, podrá estar en esa ubicación.

a) En interiores. En instalaciones interiores, el espacio dedicado deberá incluir las siguientes zonas:

1) Ancho y profundidad. Se debe proporcionar para la instalación eléctrica un espacio exclusivamente dedicado, entre el piso y los elementos estructurales del techo, que tenga una altura de 7,5 m a partir del piso, con el mismo ancho y profundidad del equipo. No se permite la instalación de tubería, ductos o equipo ajeno al equipo eléctrico o estructural, en, entre, o a través, de dichos espacios o cuartos. No se consideran elementos estructurales del techo, los cielos falsos. Se permite la instalación de rociadores automáticos sobre estos espacios, siempre y cuando se cumpla con lo establecido en esta sección.

Excepción: En las zonas que no tengan el espacio dedicado descrito en esta regla, en plantas industriales, se permite que haya instalado equipo separado de otro equipo ajeno por altura, por cubiertas físicas o por tapas que le proporcionen una protección mecánica adecuada contra el tráfico de vehículos, contra contacto accidental por personas no autorizadas o por salpicaduras o fugas accidentales de tubería.

2) Espacio de trabajo. El espacio de trabajo debe incluir una zona como la descrita en 110-16. En esta zona no debe haber elementos arquitectónicos ni otros equipos.

b) En exteriores. El equipo eléctrico en exteriores debe instalarse en envolventes adecuadas y estar protegidos contra el contacto accidental por personas no calificadas, contra el tráfico de vehículos y contra las salpicaduras o fugas accidentales de tubería.

384-5. Ubicación de los tableros de distribución. Los tableros de distribución que tengan partes vivas expuestas, deben estar ubicados en lugares permanentemente secos, donde estén vigilados y sean accesibles sólo a personas calificadas. Los tableros de distribución deben instalarse de modo que la probabilidad de daño por equipo o procesos sea mínima.

384-6. Tableros de distribución en lugares húmedos o mojados. La instalación de los tableros de distribución en lugares húmedos o mojados debe cumplir con lo establecido en 373-2(a).

No deben colocarse tableros de distribución en baños, áreas de vestidores y donde haya la posibilidad de operarlos con pies desnudos y/o piso mojado.

384-7. Ubicación con relación a materiales fácilmente combustibles. Los tableros de distribución se deben instalar de modo que la probabilidad de que transmitan el fuego a materiales combustibles adyacentes sea mínima. Cuando se instalen en un piso combustible se debe proveer de protección adecuada.

384-8. Separaciones

a) Separación desde el techo. En los tableros de distribución que no estén totalmente cerrados se debe dejar un espacio desde la parte superior del tablero hasta cualquier techo combustible no menor que 90 cm, excepto si se instala una cubierta no combustible entre el tablero y el techo.

b) Claros alrededor del Tablero. Los espacios libres alrededor de los tableros de distribución deben cumplir con lo establecido en 110-16.

384-9. Aislamiento de los conductores. Cualquier conductor aislado que se utilice dentro de un tablero de distribución debe estar aprobado y listado, ser resistente a la propagación de la flama y tener una tensión eléctrica nominal no menor que la que vaya a soportar y no menor que la tensión eléctrica aplicada a otros conductores o barras colectoras con las que pueda estar en contacto.

384-10. Separación de conductores que entran en envolventes de barras colectoras. Donde se presenten tubo (conduit) u otras canalizaciones y entren en un tablero de distribución o en un panel de alumbrado y control autosostento o por el fondo de un envolvente similar, se debe dejar espacio suficiente

para permitir la instalación de los conductores en dichos envolventes. Cuando el tubo (conduit) o canalizaciones entran o salgan de la cubierta por debajo de las barras colectoras, sus soportes u otros obstáculos, el espacio para los cables no debe ser menor que el dado en la siguiente tabla. El tubo (conduit) o canalización, incluidos sus accesorios de terminación, no deben sobresalir más de 7,6 cm del fondo del envolvente.

TABLA 384-10.- Espacio mínimo entre la parte menor de una envolvente y las barras colectoras, sus soportes u otros obstáculos

Tipo de conductor	Separación en mm
Barras colectoras aisladas, sus soportes u otros obstáculos	(200)
Barras colectoras no aisladas	(250)

384-11. Puesta a tierra de los marcos o armazones de los tableros de distribución. Los marcos de los tableros de distribución y las estructuras que soporten los elementos de desconexión, deben estar puestos a tierra.

Excepción: No se exige poner a tierra los marcos de tableros de c.c. de dos hilos si están eficazmente aislados de la tierra.

384-14. Tableros de alumbrado y control para circuitos derivados de alumbrado y de aparatos eléctricos. Para los fines de este artículo, un tablero de alumbrado y control de circuitos derivados de alumbrado y aparatos eléctricos es el que tiene más de 10% de sus dispositivos de protección contra sobrecorriente de 30 A nominales o menos, con conexiones para el neutro.

384-15. Número de dispositivos de protección contra sobrecorriente en un tablero de alumbrado y control. En un gabinete o caja para cortacircuitos no se deben instalar más de 42 dispositivos de sobrecorriente alimentados de la misma barra conductora (además del principal de alimentación) para circuitos derivados de alumbrado y aparatos eléctricos.

NOTA: Se considera como una barra conductora al conjunto de una, dos o tres barras según sea el número de fases colocadas y conectadas en el tablero.

Los tableros de alumbrado y control de circuitos derivados de alumbrado y aparatos eléctricos deben estar provistos de medios físicos que eviten la instalación de más dispositivos de sobrecorriente que aquéllos para los que el tablero está diseñado, dimensionado y aprobado.

Para los fines de este artículo, se considera que un interruptor automático de dos polos equivale a dos dispositivos de sobrecorriente y un interruptor automático de tres polos equivale a tres dispositivos de sobrecorriente.

384-16. Protección contra sobrecorriente

a) **Tableros de alumbrado y control para circuitos derivados de alumbrado y aparatos eléctricos con protección individual.** Los tableros de alumbrado y control para este tipo de circuitos deben estar protegidos individualmente, en el lado del suministro, por no más de dos interruptores automáticos principales o por dos juegos de fusibles que tengan una capacidad nominal combinada no mayor que la del tablero de alumbrado y control.

Excepción 1: No es necesario proteger individualmente un tablero de alumbrado y control para circuitos de alumbrado y aparatos eléctricos, si el alimentador del tablero de alumbrado y control tiene una protección contra sobrecorriente no superior a la capacidad nominal del panel.

Excepción 2: En instalaciones existentes, no es necesario proteger individualmente un tablero de alumbrado y control de un circuito de alumbrado y aparatos eléctricos, si dicho panel se utiliza como equipo de acometida en un edificio residencial independiente.

b) **Desconectadores de uso general de acción rápida de 30 A nominales o menos.** Los tableros de alumbrado y control equipados con interruptores de resorte de 30 A nominales o menos deben tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente que no exceda 200 A.

c) **Carga continua.** La carga continua de cualquier dispositivo de sobrecorriente situado en un tablero de alumbrado y control no debe superar 80% de su capacidad nominal cuando, en condiciones normales, la carga se mantenga durante tres horas o más.

Excepción: Se permite que un conjunto que incluya un dispositivo de sobrecorriente se pueda utilizar continuamente a 100% su corriente eléctrica nominal, cuando esté aprobado y listado para ese uso.

d) **Alimentado a través de un transformador.** Cuando un tablero de alumbrado y control se alimente a través de un transformador, la protección contra sobrecorriente que exigen los incisos (a) y (b) anteriores deberá estar situada en el lado del secundario del transformador.

Excepción: Se considera que un tablero de alumbrado y control alimentado desde el secundario de un transformador monofásico con secundario de dos polos (una sola tensión eléctrica) está protegido contra sobrecorriente por el dispositivo de protección del primario (lado del alimentación) del transformador, si dicha protección cumple lo establecido en 450-3(b)(1) y no excede el valor obtenido al multiplicar la capacidad nominal del tablero de alumbrado y control por la relación de tensión eléctrica primario/secundario.

e) **Interruptores automáticos en delta.** No debe conectarse un dispositivo de sobrecorriente o un interruptor trifásico a una barra colectora de ningún tablero de alumbrado y control que tenga barras colectoras de menos de tres fases. No deben instalarse interruptores automáticos en delta, en tableros de alumbrado y control.

f) **Dispositivos de alimentación posterior.** Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de tipo enchufable o los interruptores de circuito de alimentación de tipo enchufable que puedan recibir alimentación en la parte posterior, se deben sujetar con un medio adicional que exija algo más que un simple tirón para sacar el dispositivo de su montaje en el panel.

384-1 7. Tableros de alumbrado y control en lugares húmedos o mojados. La instalación de tableros de alumbrado y control en lugares húmedos o mojados debe cumplir con lo establecido en 373-2(a).

No deben colocarse tableros de alumbrado y control en baños, áreas de vestidores y donde haya la posibilidad de operarlos con pies desnudos y/o piso mojado.

384-18. Envolventes. Los tableros de alumbrado y control deben instalarse en gabinetes, cajas para cortacircuitos o envolventes diseñadas para ese uso, debiendo ser de frente muerto.

Excepción: Se permite instalar tableros de alumbrado y control diferentes a los de frente muerto operables desde fuera con tensión eléctrica en la parte desde la que se accionan, si son accesibles únicamente por personas calificadas.

384-20. Puesta a tierra de los tableros de alumbrado y control. Los gabinetes y marcos de los tableros de alumbrado y control, si son metálicos, deben estar en contacto físico entre sí y ponerse a tierra según lo establece el artículo 250 o lo indicado en 384-3(c). Si se utiliza el tablero de alumbrado y control con canalizaciones o cables no metálicos o si existen conductores para puesta a tierra independientes, debe instalarse dentro del tablero una barra colectora terminal para esos conductores. La barra colectora debe unirse o conectarse con el tablero y al marco del gabinete, si son metálicos. Si no, debe conectarse al conductor de puesta a tierra que atraviesa junto con los conductores de alimentación del tablero de alumbrado y control.

Excepción: Cuando exista un conductor separado para puesta a tierra de equipo como se permite en la Excepción 4 de 250-74. Se permite que este conductor de puesta a tierra, que atraviesa junto con los conductores de fase, pase por el tablero de alumbrado y control sin conectarlo a la barra colectora terminal de puesta a tierra del equipo.

Los conductores de puesta a tierra no deben conectarse a la barra colectora de la terminal instalada para los conductores puestos a tierra (puede ser el neutro), excepto si está aprobada y listada para ese uso, e instalada en un lugar en el que la conexión entre los conductores de puesta a tierra de equipo y los conductores del circuito puesto a tierra esté permitida o exigida por el artículo 250.

384-30. Paneles. Los paneles de los tableros de distribución deben ser de material no combustible y resistente a la humedad.

384-34. Desconectadores de cuchilla. Las navajas expuestas de los desconectadores de cuchilla deben quedar sin potencial eléctrico cuando se abran.

Nota: Para su instalación, véase la Excepción de 380-6(c).

384-35. Espacio para doblado de cables en los tableros de alumbrado y control. La envolvente de un tablero de alumbrado y control debe tener un espacio arriba y otro abajo para el doblez de los cables, de dimensiones según la Tabla 373-6(b) para el mayor conductor que entre o salga de la cubierta. Además debe dejarse un espacio lateral para curvas de cables de acuerdo con lo indicado en la Tabla 373-6(a) para el conductor de mayor tamaño nominal que termine en ese espacio.

Excepción 1: Para tableros de alumbrado y control de circuitos derivados de alumbrado y aparatos de 225 A nominales o menos, se permite que el espacio superior o el inferior del tablero de alumbrado y control se calcule de acuerdo con lo indicado en la Tabla 373-6(a).

Excepción 2: Cuando exista al menos un espacio lateral para el doblez de cables de dimensiones según la Tabla 373-6(b) para el mayor conductor que termine en cualquiera de los lados de la cubierta, se permite que el espacio superior o el inferior del tablero de alumbrado y control se calcule de acuerdo con lo indicado en la Tabla 373-6(a).

Excepción 3: Si el tablero de alumbrado y control está diseñado y construido de manera que sólo existe una curva de 90° en cada conductor, incluido el neutro, y el diagrama de cableado muestra y especifica el método de instalación que debe utilizarse, se permite que el espacio superior y el inferior del tablero de alumbrado y control se calculen de acuerdo con lo indicado en la Tabla 373-6(a).

ARTICULO 400-CABLES Y CORDON ES FLEXIBLES

400-5. Capacidad de conducción de corriente de los cables y cordones flexibles. En las Tablas 400-5(a) y 400-5(b) se indica la capacidad de conducción de corriente de los cables y de cordones flexibles con no más de tres conductores portadores de corriente. Estas tablas se deben utilizar junto con las normas de los productos, para elegir los cables de tamaño nominal y tipo adecuados. Si hubiera más de tres conductores portadores de corriente, la capacidad de conducción de corriente de cada conductor se debe reducir a partir de la de los cables de tres conductores, en la siguiente proporción:

Cantidad de conductores	Por ciento que se debe aplicar a los valores de las Tablas 400-5(a) y 400-5(b)
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50
De 21 a 30	45
De 31 a 40	40
De 41 en adelante	35

Temperatura máxima admisible del aislamiento. En ningún caso deben agruparse los conductores de modo que excedan sus límites de temperatura, teniendo en cuenta el tipo de circuito, el tipo de instalación o la cantidad de conductores.

Un conductor neutro que sólo conduzca la corriente de desequilibrio de otros conductores del mismo circuito, no se considera como conductor activo o portador de corriente.

En un circuito de tres hilos con dos hilos de fase y el neutro así como en un sistema de tres fases cuatro hilos, conectado en estrella, el conductor común conduce aproximadamente la misma intensidad de corriente que los otros conductores de fase, por lo que se debe considerar como conductor activo o portador de corriente.

En un circuito de tres fases cuatro hilos conectados en estrella, en el que la mayor parte de la carga sea no lineal, como lámparas de descarga, equipo electrónico y equipo de procesamiento de datos o similares, en

el conductor neutro se producen corrientes armónicas, por lo que éste debe considerarse como conductor activo o portador de corriente.

El conductor de puesta a tierra de equipo no debe considerarse como conductor activo o portador de corriente.

Cuando se utilice un solo conductor como conductor de puesta a tierra de equipo y para transportar la corriente de desequilibrio de otros conductores para cocinas y secadoras eléctricas de ropa, como se establece en 250-60, no se debe considerar como conductor activo o portador de corriente.

Excepción: Para otras condiciones de carga, se permite aplicar los factores de ajuste establecidos en 310-15(b).

Nota: Véase el Apéndice A, Tabla A-310-11 para los factores de ajuste cuando hay más de tres conductores que conducen corriente en una canalización o cable con distintas cargas.

9 de julio de 2007

TABLA 400-5. CORDONES Y CABLES FLEXIBLES

Nombre Comercial	Tipo de cable	Número de conductores	Aislamiento	Tamaño o Designación		Espesor de aislamiento nominal mm	Malla sobre cada conductor mm	Material de la cubierta exterior	Uso	
				mm²	AWG kcmil					
Cable para elevador	E	2 o más	Termofijo	0,519-1,31 2,08-3,30	14-12 10	0,51 0,76 1,14	Algodón Cubierta flexible	Tres de algodón Una exterior retardante a la flama y resistente a la humedad	Alumbrado y control en elevadores	En áreas que no son peligrosas (clasificadas)
				8,37-33,6	8-2	1,52	de nylon			
Cable para elevador	EN	2 o más	Termofijo	0,519-1,31 2,08-3,30	14-12 10	0,51 0,76 1,14	Algodón	Tres de algodón. Una exterior retardante a la flama y resistente a la humedad	Alumbrado y control en elevadores	En áreas que no son peligrosas (clasificadas)
				8,37-33,6	8-2	1,52				
Cable para elevador	ETP	2 o más	Termoplástico	0,519-1,31 2,08-3,30	14-12 10	0,51 0,76 1,14	Rayón	Una de algodón o equivalente y una cubierta termo-plástica		En áreas peligrosas clasificadas
				8,37-33,6	8-2	1,52	No	Termofijo resistente al aceite	Portátil y uso extra rudo	
Cable de energía portátil	G	2 a 6 más conductores de tierra	Termofijo	8,37-33,6 42,4-107	8-2 1-4/0	1,52 2,03		Termofijo resistente al aceite		
				127-253	250-	2,41			Portátil y uso extra rudo	
		3 a 6 más conductores de tierra y un	Termofijo	3,31 - 33,6 42,4-107	12-2 1-4/0	1,52 2,03		Termofijo resistente al aceite		
	GW/GW	Conductores de tierra para verificar	Termofijo	127-253	250-	2,41				
Cordón paralelo para calentador	HPN	2 o 3	Termofijo resistente al aceite	0,519-1,31 2,08-3,30	18-16 14-12	1,14 1,52	No	Termofijo resistente al aceite	Portátil	En lugares secos y húmedos
										No para uso rudo
Cordones para calentador con cubierta termofija	HBJ		Termofijo	0,824-1,31	18-16	0,76		Algodón y Termofijo		Para uso rudo
	HBJO	2, 3 o 4	Termofijo resistente al aceite	0,824-1,31	14-12		No	Algodón y Termofijo resistente al aceite	Portátil	En lugares húmedos
	HBJOO		Termofijo resistente al aceite	0,824-3,30	18-12	1,14			portátil	Para uso rudo
NISP-1			Termofijo	0,519-	20-18	0,38		Termofijo		
NISP-2			Termofijo	0,824-	18-16	0,76				
Cordones paralelos no integrados	NISPE-1	2 o 3	Elastómero termoplástico	0,824	20-18	0,38	No	Elastómero termoplástico	Colgantes o portátiles	Lugares húmedos
	NISPE-2			0,824-1,31	18-16	0,76				No para uso rudo
	NISPT-1		Termoplástico	0,519-	20-18	0,38		Termoplástico		
	NISPT-2		Termoplástico	0,824-1,31	18-16	0,76				

Nombre Comercial	Tipo de cordón o cable	Número de conductores	Aislamiento	Tamaño o Designación		Espesor de aislamiento nominal	Malla sobre cada conductor	Material de la cubierta exterior	Uso
				mm ²	AWG				
Cable de energía flexible para escenarios e iluminación	SC	1 ó más	Termofijo	6,37-23,6	5-2	1,32			
				127	250	2,41		Termofijo	Portátil y uso estirado
	SCS	1 ó más	Glastómero	6,37-23,6	5-2	1,32	No	Glastómero termoplástico	Portátil y uso estirado
			Termoplástico	127	250	2,41			
	SCT	1 ó más	Termoplástico	6,37-23,6	5-2	1,32			
				127	250	2,41		Termoplástico	Portátil y uso estirado
Cordón uso Rudo	SJ	2 ó más	Termofijo	0,624-2,31	15-12	0,76		Termofijo	Cigarrillo portátil húmedos
				0,624-2,31	15-12	0,76		Termofijo	En lugares secos y húmedos
	SJO	2 ó más	Termofijo	5,26	10	1,14		resistente al aceite	Cigarrillo portátil húmedos
	SUT	2 ó más	Termoplástico	0,624-2,31	15-12	0,76	No	Termoplástico	En lugares secos y húmedos
				5,26	10	1,14			Uso rudo
	SUTW	2 ó más	Termoplástico	5,26	10	1,14		Termoplástico resistente al aceite	En lugares secos y húmedos
Cordón uso extra rudo	SUTO	2 ó más	Termoplástico	0,624-2,31	15-12	0,76		Termoplástico resistente al aceite	En lugares secos y húmedos
				0,624-1,21	15-12	0,76			Uso rudo en extremos
	SO	2 ó más	Termofijo	2,05-5,26	14-10	1,14			En lugares secos y húmedos
				6,37-23,6	5-2	1,32			Uso extra rudo
	SP-1			0,319	20-18	0,76			
	Cordón paralelo trenzado	SP-2		0,374				Chimenea portátil	
				0,624-1,21	15-12	1,14			En lugares secos y húmedos
		2 ó 3	Termofijo	0,624-1,21	15-12	1,14	No	Termofijo	Refrigeradores, aire acondicionado y lo permitido en 422-15 (b)
Cordón uso extra rudo	SP-3			2,05	14	2,03			
				3,21	12	2,41			
				5,26	10	2,60			
	ST	2 ó más	Termoplástico	0,624-1,21	15-12	0,76		Termoplástico	Cigarrillo portátil húmedos
				2,05-5,26	14-10	1,14			Uso extra rudo
	STW	2 ó más	Termoplástico	0,624-1,21	15-12	0,76	No	Termoplástico	En lugares secos y húmedos
Cordón paralelo trenzado				2,05-5,26	14-10	1,14			Uso extra rudo en intiores y extremos
				6,37-23,6	5-2	1,32			
	SPT-0	2	Termoplástico	0,325	22	0,64			Cigarrillo portátil húmedos
	SPT-1	2 ó 3	Termoplástico	0,319	20-18	0,76			No uso rudo para
	SPT-2	2 ó 3	Termoplástico	0,624-1,21	15-12	1,14	No	Termoplástico	En lugares secos y húmedos
				0,624-1,71	15-12	1,42			
Cordón paralelo trenzado				3,05	14	2,03			
	SPT-3	2 ó 3	Termoplástico	3,30	12	2,41			Se permite en la sección
				5,26	10	2,79			422-5 (d)

Notas:

1. Excepto para los Tipos HPN, SPT-0, SPT-1, SPT-2, SPT-3 y las versiones de tres conductores paralelos de SRD, SRDE, SRDT, los conductores individuales deben cablearse juntos.
2. Para los tipos G, SC, SCE, SCT, SO, ST, STW y W se permite su utilización en escenarios, garajes y en otras partes donde esta Norma permite el uso de cordones flexibles.
3. Los cables móviles de elevadores para los circuitos de control de la operación y señalización deben incluir rellenos no metálicos para mantener la concentricidad. Los cables deben tener miembros de soporte de acero para su suspensión de acuerdo con lo requerido en 620-41. En lugares que estén sujetos a humedad excesiva, vapores corrosivos o gases, se permite el uso de miembros de soporte de otros materiales. Cuando se utilicen miembros de soporte de acero, éstos deben colocarse en forma recta en el centro del reunido de los conductores del cable y no deben cablearse junto con los alambres de cobre de cualquier conductor. Además de los conductores usados para los circuitos de control y señalización, se permite que los cables para elevador tipo, EO, ETP y ETT incorporen en su construcción uno o más pares telefónicos de tamaño nominal de 0,519 mm² (20 AWG), uno o más cables coaxiales, una o más fibras ópticas, o una combinación de éstos. Se permite que los pares telefónicos de tamaño nominal de 0,519 mm² (20 AWG) estén cubiertos con un blindaje aprobado para telefonía, audio o circuitos de comunicación de alta frecuencia. Los cables coaxiales consisten de un conductor central, aislamiento y blindaje para uso en video u otros circuitos de comunicación de radio-frecuencia. Las fibras ópticas deben estar adecuadamente cubiertas con un compuesto termoplástico resistente a la propagación de incendio. El aislamiento de los conductores debe ser hule o termoplástico con un espesor no menor que el especificado para los otros conductores del tipo particular de cable. Las pantallas metálicas deben tener su propia cubierta protectora. Cuando se requiera, se permite la utilización de estos componentes en cualquier capa del ensamblaje del cable pero no deben colocarse en el centro en forma recta.
4. El tercer conductor de los cables HPN, SPT-0, SPT-1, SPT-2, SPT-3 y SVT debe utilizarse únicamente para la puesta a tierra del equipo.
5. Los conductores individuales de todos los cordones, excepto aquellos cordones resistentes al calor, deben tener un aislamiento termoplástico o termofijo, con excepción del conductor de puesta a tierra del equipo que, cuando se utilice, debe estar de acuerdo con lo especificado en 400-23 (b).
6. Cuando la tensión eléctrica entre dos conductores excede 300 V, pero no excede 600 V, los cordones flexibles de tamaño nominal de 5,26 mm² (10 AWG) y menores, deben tener en sus conductores individuales aislamiento termofijo o termoplástico con un espesor de aislamiento mínimo de 1,14 mm, a menos que se utilicen cordones tipo SO o ST.
7. Cuando los aislamientos y cubiertas exteriores cumplan con los requerimientos de resistencia a la propagación de incendio, baja emisión de humos y baja emisión de gas ácido halogenado, se permite que puedan estar marcados con el sufijo LS.
8. Los cables para elevadores de tamaño nominal de 0,519 mm² a 2,08 mm² (20 AWG al 14 AWG) están clasificados para 300 V y de 5,26 mm² a 33,6 mm² (10 AWG al 2 AWG) están clasificados para 600 V. Conductores de tamaño nominal de 3,31 mm² (12 AWG) con un espesor de aislamiento de 0,76 mm están clasificados para 300 V y con un espesor de 1,14 mm para 600 V.
9. Los tipos de conductores que incluyen al final del tipo la letra W, pueden emplearse en interiores y exteriores. Para este uso deben estar aprobados como resistentes a la intemperie.

TABLA 400-5(a).- Capacidad de conducción de corriente de cables y cordones flexibles a temperatura ambiente de 30 °C. Véase 400- 13 y la Tabla 400- 4

Tamaño o Densificación	Tipo TS con termo- endurecido	Tipos		Tipos
		E, EO, SJ, SJO, SJOO, SO, S P-1, SP-2, SP-3 SRD, SV, SVO, y con termofijo	Típos	
mm ²	AWG	Tipos		
0,1	0,5	-	-	-
0,519	-	5**	***	-
0,824	-	7	10	10
-	-	-	-	13
1,31	-	10	13	15

* Cordón oropel (tinsel)

** Sólo cables para elevadores

*** 7 A sólo para cables para elevadores y 2 A para los demás

Los valores de la columna A son para cables de tres conductores y otros multipolares conectados a equipos de utilización, de modo que los tres cables sean portadores de corriente eléctrica. Los de la columna B son para cables de dos conductores y otros multipolares conectados a equipos de utilización de modo que sólo dos conductores sean portadores de corriente eléctrica.

TABLA 400-5(b).- Capacidad de conducción de corriente de los cables de tipo SC, SCE, SCT y G (Basada en temperatura ambiente de 30 °C. Véase la tabla 400-4)

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del cable								
mm ²	AWG kcmil	60°C			75°C			90°C		
		D	E	F	D	E	F	D	E	F
8,37	8	60	55	48	70	65	57	80	74	65
13,3	6	80	72	63	95	88	77	105	99	87
21,2	4	105	96	84	125	115	101	140	130	114
26,7	3	120	113	99	145	135	118	165	152	133
33,6	2	140	128	112	170	152	133	190	174	152
42,4	1	165	150	131	195	178	156	220	202	177
53,5	1/0	195	173	151	230	207	181	260	234	205
67,4	2/0	225	199	174	265	238	208	300	271	237
85,0	3/0	260	230	201	310	275	241	350	313	274
107	4/0	300	265	232	360	317	277	405	361	316
127	250	340	296	259	405	354	310	455	402	352
152	300	375	330	289	445	395	346	505	449	393
177	350	420	363	318	505	435	381	570	495	433
203	400	455	392	343	545	469	410	615	535	468
253	500	515	448	392	620	537	470	700	613	536

Los valores de capacidad de conducción de corriente de la columna D son para cables de un solo conductor de tipo SC, SCE, SCT y W, solamente cuando los conductores individuales no estén instalados en canalizaciones ni en contacto físico unos con otros, excepto en tramos que no excedan 60 cm, cuando atraviesen la pared de un gabinete.

Los valores de capacidad de conducción de corriente de la columna E son para cables de dos conductores y otros multiconductores conectados a equipo de utilización de modo que sólo conduzcan corriente dos conductores. Los valores de capacidad de conducción de corriente de la columna F son para cables de tres conductores y otros multiconductores conectados a equipo de utilización de modo que solamente tres conductores conduzcan corriente.

400-7. Usos permitidos

a) **Usos.** Los cables y cordones flexibles deben utilizarse sólo para:

- (1) conexiones colgantes;
- (2) alambrado de luminarios;
- (3) conexión de lámparas portátiles, anuncios portátiles y móviles o aparatos electrodomésticos móviles;
- (4) cables de elevadores;
- (5) instalaciones de grúas y polipastos;
- (6) conexión de equipo fijo para facilitar cambios frecuentes;
- (7) para evitar la transmisión de ruido o vibraciones;

- (8) equipos eléctricos cuyos medios de sujeción y conexiones mecánicas estén diseñados específicamente para desmontarlos para su fácil mantenimiento y reparación y el equipo eléctrico esté diseñado o aprobado e identificado para utilizarse con un cordón flexible;
- (9) equipo de procesamiento de datos, de acuerdo con lo establecido en 645-5;
- (10) conexión de partes móviles;
- (11) instalaciones temporales permitidas en 305-4(b) y 305-4(c).

b) Clavijas de conexión. Cuando se utilicen como se permite en (a)(3), (a)(6) y (a)(8) de esta sección, los cordones flexibles deben estar equipados con una clavija de conexión y conectarse a la salida del receptáculo.

Excepción: Lo permitido en 364-8.

400-8. Usos no permitidos. Si no se permite específicamente en 400-7, no se deben utilizar cables y cordones flexibles:

- (1) en sustitución de la instalación fija de un edificio;
- (2) cuando tengan una trayectoria a través de un orificio en la pared, techos estructurales, techos suspendidos o techos inclinados o pisos;
- (3) cuando atravesen puertas, ventanas o aberturas similares;
- (4) cuando vayan unidos a la superficie de un edificio;

Excepción: Se permite que un cable o cordón flexible tenga una conexión en la superficie de un edificio para una toma de tensión eléctrica adecuada. La longitud del cable o del cordón desde la terminación de la toma no debe ser superior a 1,80 m. (Ver 364-8(a));

- (5) cuando estén ocultos tras las paredes, suelos o techos de un edificio, o
- (6) cuando estén instalados en canalizaciones, excepto si se permite en otros lugares de esta Norma.

400-9. Empalmes. Los cordones flexibles cuando estén permitidos en 400-7(a) se deben utilizar sólo en tramos continuos sin empalmes ni conexiones. Se permite empalmar los cables y cordones de uso rudo (Columna 1 de la Tabla 400-4), de tamaño nominal 2,08 mm² (14 AWG) y superior, si los conductores están empalmados según lo establecido en 110-14(b) y el empalme completo mantiene el aislamiento y las propiedades del recubrimiento exterior y las características de uso del cable empalmado.

400-10. Tensión mecánica en las uniones y terminales. Los cordones flexibles y cables deben tener conectados los aparatos eléctricos y accesorios de modo que la tensión mecánica ejercida sobre ellos no se transmita a las uniones o terminales.

Nota: Algunos métodos de evitar que la tensión mecánica ejercida sobre un cordón se transmita a las uniones o terminales son: (1) anudando el cordón; (2) sujetarlo con cinta aislante y (3) utilizar accesorios diseñados para ello.

400-11. Vitrinas y escaparates. Los cordones flexibles utilizados en las vitrinas y escaparates deben ser de tipo SJO, SJT, SO o ST.

Excepción 1: Para el alambrado de equipo de alumbrado colgado de una cadena.

Excepción 2: Como cables de suministro de lámparas portátiles u otras mercancías expuestas a la venta.

400-12. Tamaño nominal mínimo. Los conductores de un cable o de un cordón flexible deben tener tamaño nominal no inferior a lo establecido en la Tabla 400-4.

400-13. Protección contra sobrecorriente. Los cordones flexibles de tamaño nominal no inferior a 0,824 mm² (18 AWG), los cordones con brocal o los que tengan características equivalentes de tamaño nominal inferior al aprobado para su utilización con determinados aparatos eléctricos, se deben considerar protegidos contra sobrecorriente por los dispositivos de protección descritos en 240-4.

400-14. Protección contra daños. Los cables y cordones flexibles se deben proteger con dispositivos o boquillas adecuadas, cuando pasen a través de orificios en las tapas, cajas de salida de conexión o gabinetes similares.

400-22. Identificación del conductor puesto a tierra. El conductor de un cable o cordón flexible que esté diseñado como conductor puesto a tierra del circuito, debe tener una marca continua que lo distinga claramente de los demás conductores. La identificación se hará por alguno de los métodos especificados en los siguientes incisos:

- a) **Malla trenzada coloreada.** Una malla trenzada de color blanco o gris claro y la malla de los demás conductores de color o colores lisos, claramente distintos.
- b) **Trazador en la malla.** Un trazador en la malla de un color que contraste claramente con el de ésta y ningún trazador en la malla de otro conductor o conductores. No debe utilizarse ningún trazador en

la malla de cualquier conductor o cordón flexible que contenga un conductor con una malla de color blanco o gris claro.

c) **Aislamiento coloreado.** En los cordones que no lleven malla en los conductores individuales, con un aislamiento blanco o gris claro en un conductor y un color o colores fácilmente diferenciables en el otro o en los restantes.

En los cordones con cubierta exterior que se suministren con los aparatos eléctricos, debe utilizarse un conductor con el aislamiento azul claro y los demás conductores con sus aislamientos de colores claramente diferenciables, que no sean blanco ni gris claro.

Excepción: En cordones que tienen el aislamiento individual de los conductores integrado con la cubierta.

Se permite cubrir el aislamiento con un acabado exterior para proveer el color deseado.

d) **Separador coloreado.** En los cordones en donde el aislamiento de los conductores esté integrado con la cubierta, un separador blanco o gris claro en un conductor y otro de un color liso fácilmente diferenciable en el otro conductor o conductores.

e) **Conductores estañados.** Para los cordones con aislamiento en conductores individuales integrados con la cubierta, un conductor que tenga hilos individuales estañados y el otro conductor o conductores que tenga(n) hilos individuales sin estañar.

f) **Marcado en la superficie.** En los cordones, en donde el aislamiento de los conductores, esté integrado con la cubierta, una o más crestas, franjas o ranuras situadas en el exterior del cordón para identificar un conductor.

400-23. Identificación del conductor de puesta a tierra de equipo. Un conductor que esté destinado para utilizarlo como conductor de puesta a tierra de equipo, debe llevar una marca de identificación continua que lo distinga claramente de los demás conductores. Los conductores con una cubierta continua verde o verde con franjas amarillas no se deben utilizar para otro fin que para puesta a tierra de equipo. La marca de identificación debe ser alguna de las especificadas a continuación:

a) **Malla trenzada coloreada.** Una malla trenzada de color verde continuo o de color verde con una o más franjas amarillas.

b) **Aislamiento o cubierta coloreada.** En los cordones que no tengan sus conductores individuales con malla, un aislamiento de color verde continuo o de color verde con una o más franjas amarillas.

400-24. Clavijas de conexión. Cuando un cordón flexible tenga conductor de puesta a tierra de equipo y esté equipado con clavija de conexión, esta clavija debe cumplir lo establecido en 250-59(a) y (b).

ARTICULO 410-LUMINARIOS, PORTALAMPARAS, LAMPARAS Y RECEPTÁCULOS

410-3. Partes vivas. Los luminarios, portalámparas, lámparas y receptáculos no deben tener partes vivas expuestas normalmente al contacto. Las terminales expuestas accesibles de los portalámparas, receptáculos y desconectadores, no se deben instalar en toldos con cubierta metálica ni en las bases abiertas de lámparas portátiles de mesa o de piso.

Excepción: Se permite que los portalámparas y receptáculos de tipo abrazaderas situados como mínimo a 2,44 m sobre el piso, tengan sus terminales expuestas.

B. Localización de luminarios

410-4. Luminarios en lugares específicos

a) **En lugares húmedos y mojados.** La instalación de luminarios en lugares húmedos o mojados debe hacerse de modo que no entre ni se acumule agua en el compartimiento de alambrado, portalámparas u otras partes eléctricas. Todos los luminarios instalados en lugares húmedos o mojados deben llevar el marcado "Uso exterior".

Respecto al requisito anterior, se consideran lugares mojados las instalaciones subterráneas en registros o trincheras de concreto o de mampostería en contacto directo con la tierra y los locales sujetos a saturación de agua u otros líquidos, como los expuestos a la intemperie y las zonas de lavado de vehículos sin proteger y otros similares.

Respecto del requisito anterior, se consideran lugares húmedos los locales protegidos de la intemperie pero expuestos a un grado moderado de humedad, como algunos sótanos, graneros, almacenes frigoríficos y similares, y las partes parcialmente protegidas bajo marquesinas, portales techados y similares.

Nota: Respecto de las instalaciones de alumbrado en albercas, fuentes e instalaciones similares, véase el artículo 680.

b) Lugares corrosivos. Los luminarios instalados en lugares corrosivos deben ser de un tipo adecuado para dichos lugares.

c) Campanas o ductos de extracción de humos. Se permite instalar luminarios en campanas de cocinas de locales no residenciales siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

1) El luminario debe estar aprobado e identificado para usarlo dentro de campanas de cocinas comerciales e instalado de modo que no se superen los límites de temperatura de los materiales utilizados.

2) El luminario debe estar construido de modo que los vapores de los combustibles, grasa, aceite y vapores de cocina no afecten a la lámpara ni a los cables. Los difusores deben ser resistentes al choque térmico.

3) Las partes del luminario 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 acumule depósitos y facilite la limpieza.

4) Los cables y otros accesorios que suministren corriente eléctrica al luminario o al equipo, no deben quedar expuestos dentro de la campana.

Nota: Para conductores y luminarios expuestos a agentes deteriorantes, véase 110-11.

d) Encima de las tinas de baño y regaderas. Ninguna parte de los luminarios conectados con cordón, luminarios colgantes, rieles de alumbrado, colgantes o ventiladores de techo deben ubicarse en una zona de 90 cm horizontalmente y de 2,5 m verticalmente, medidas desde la parte superior del borde de la tina de baño o del sardinel de la regadera. Esta zona incluye todo el espacio situado directamente sobre la tina de baño o regadera.

410-5. Luminarios cerca de materiales combustibles. Los luminarios deben estar construidos, instalados o equipados con deflectores o protectores de modo que los materiales combustibles no se vean expuestos a temperaturas superiores a 90°C.

410-6. Luminarios encima de materiales combustibles. Los portalámparas instalados encima de materiales altamente combustibles no deben tener desconector integral. A menos que exista un interruptor individual para cada luminario, los portalámparas deben estar situados como mínimo a 2,5 m sobre el piso o situados y protegidos de modo que las lámparas no se puedan quitar o estropear fácilmente.

410-7. Luminarios en los escaparates. En los escaparates no se deben emplear luminarios con cableado externo.

Excepción: Se permite el cableado externo de los luminarios soportados de una cadena.

410-8. Luminarios en clósets

a) Definición

Espacio de almacenaje. Se define el espacio del clóset, como el volumen limitado por las paredes laterales y trasera del clóset, y por los planos que van desde el piso del clóset verticalmente hasta una altura de 1,8 m, o a la altura superior de la barra para los ganchos y paralelos a las paredes, a una distancia de 60 cm horizontalmente desde las paredes laterales y trasera del clóset, respectivamente, y continuando verticalmente paralelo a las paredes hasta el techo del clóset, a la mayor de las siguientes distancias: 30 cm en horizontal o el ancho del anaquel.

Nota: Véase la Figura 410-8

En los clósets, en los que se pueda acceder por los dos lados a la barra para los ganchos, el espacio del ropero incluye el volumen situado bajo la barra más alta que se prolongue 3,0 m a cada lado de la misma, en un plano horizontal, al piso extendiéndose a toda la longitud de la barra.

b) Luminarios permitidos. Se permite instalar en un clóset luminarios aprobados de los tipos siguientes:

1) Una luminaria incandescente montado en la superficie o empotrado y con la lámpara completamente encerrada.

2) Una luminaria fluorescente, montado en la superficie o empotrado.

c) Luminarios no permitidos. No se permite instalar en los clósets luminarios incandescentes con lámparas descubiertas o parcialmente cubiertas y luminarios o portalámparas colgantes.

d) Localización. Se permite instalar luminarios en los clósets del siguiente modo:

1) Luminarios incandescentes montados en superficie, instalados sobre la pared, sobre la puerta o en el techo, siempre que quede un mínimo de 30 cm entre el luminario y el punto más cercano donde se guarde ropa.

2) Luminarios fluorescentes montados en la superficie, instalados sobre la pared, arriba de la puerta o en el techo, siempre que quede un mínimo de 15 cm entre el luminario y el punto más cercano donde se guarde ropa.

3) Luminarios incandescentes empotrados con una lámpara completamente cerrada, instalado en la pared o en el techo, siempre que quede un mínimo de 15 cm entre el luminario y el punto más cercano donde se guarde ropa.

4) Bases empotradas para luminarios fluorescentes instalados en la pared o en el techo, siempre que quede un mínimo de 15 cm entre el luminario y el punto más cercano donde se guarde ropa.

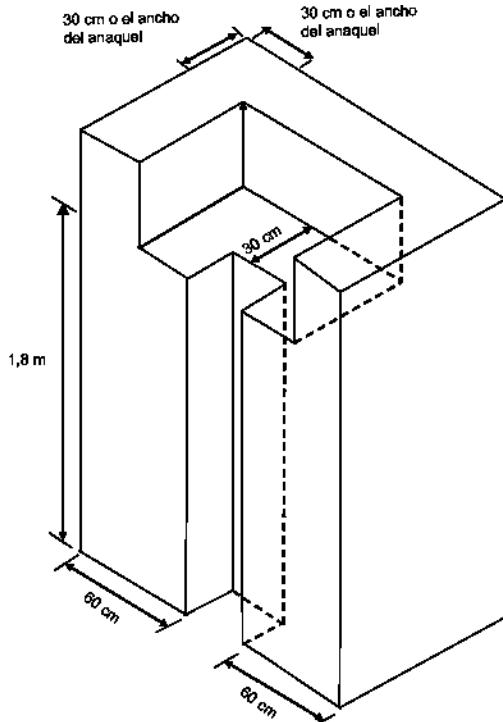


FIGURA 410-8.- Espacio de almacenamiento del clóset

(Continúa en la
Cuartá Sección)

410-12. Tapas de las cajas registro de salida. En una instalación terminada, todas las cajas de registro deben tener tapa, excepto si están cubiertas por una tapa ornamental, portalámparas, receptáculo o dispositivo similar.

Excepción: Lo que se establece en 410-14(b).

410-13. Protección de los materiales combustibles en las cajas de salida. Se debe proteger con material no combustible cualquier pared o techo acabados con material combustible expuesto, que se halle entre el borde de una tapa ornamental para luminarios y la caja registro de salida.

410-15. Soportes

a) **Requisitos generales.** Los luminarios, portalámparas y receptáculos deben estar firmemente sujetos. Un equipo de alumbrado que pese más de 3 kg o exceda de 40 cm en cualquiera de sus dimensiones, no debe soportarse sólo por el tornillo del armazón del portalámparas.

b) **Postes metálicos como soporte de luminarios.** Se permite utilizar postes metálicos para soportar luminarios y como canalización para contener los conductores de alimentación, siempre que cumplan las siguientes condiciones:

1) En el poste metálico o en su base debe haber un registro de inspección accesible de dimensiones no menores de 50 mm por 100 mm, que tenga una cubierta hermética a la lluvia, que provea acceso a las terminales de alimentación dentro del poste o en la base del poste.

Excepción 1: Puede prescindirse del registro de inspección en un poste de 2,5 m o menor altura 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 el luminario.

Excepción 2: Se permite prescindir del registro de inspección en postes metálicos de 6 m de altura o menos sobre el nivel del piso, si el poste lleva una base con bisagra removible.

2) Cuando la canalización o el cable no estén instalados dentro del poste, debe soldarse un accesorio roscado o un niple, al lado contrario del registro de inspección para la conexión de la alimentación. Se permite que los postes se suelden en campo o se encinten. Estos postes deben estar tapados o cubiertos.

- 3) El poste debe tener una terminal para puesta a tierra.
- a) Un poste con registro de inspección debe tener una terminal para puesta accesible desde el registro de inspección.
- b) Un poste que tenga una base con bisagra debe tener una terminal para puesta accesible dentro de la base.

Excepción: Puede prescindirse del registro de inspección en un poste de 2,5 m o menor altura 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 el luminario.

- 4) Un poste con base con bisagra debe tener la base y el poste conectados entre sí.
- 5) Las canalizaciones metálicas u otros conductores para puesta a tierra del equipo deben conectarse al poste con un conductor de puesta a tierra, reconocido como se establece en 250-91(b) y en 250-95.
- 6) Los conductores instalados en postes metálicos verticales, utilizados como canalizaciones, deben estar soportados conforme a lo establecido en 300-19.

41 0-1 6. Medios de soporte

a) **Cajas registro de salida.** Cuando la caja registro de salida o un herraje ofrezca un medio de sujeción adecuado, se puede soportar de ellos el luminario o apoyarlo según como se requiere en 370-23 para las cajas de registro. Un luminario que pese más de 23 kg se debe sujetar independientemente de la caja registro de salida.

b) **Inspección.** Los luminarios se deben instalar de manera que las conexiones entre los conductores del equipo y los del circuito se puedan inspeccionar sin tener que desconectar ninguna parte de la instalación.

Excepción: Los luminarios conectados por clavija y receptáculo.

c) **Plafón suspendido.** Para soportar luminarios se permiten utilizar los miembros del armazón de los plafones suspendidos, si éstos están adecuadamente soportados y firmemente sujetos entre sí y a la estructura del edificio, en intervalos adecuados. Los luminarios así apoyados deben sujetarse al armazón por medios mecánicos tales como pernos, tornillos o remaches. También se permite utilizar grapas aprobadas e identificadas para su uso con ese tipo de armazón de techo y envolvente.

d) **Pernos de sujeción de los luminarios.** Los pernos de sujeción de los luminarios que no formen parte de las cajas registro de salida, tirantes, trípodes y patas de gallo, deben ser de acero, hierro maleable u otro material adecuado para esa aplicación.

e) **Juntas aislantes.** Las juntas aislantes que no estén diseñadas para montarlas con tornillos o pernos, deben llevar una cubierta exterior metálica aislada de las dos conexiones roscadas.

f) **Herrajes de las canalizaciones.** Los herrajes de las canalizaciones que se utilicen como soporte de luminarios, deben ser capaces de soportar el peso de todo el equipo con sus lámparas.

g) **Electroductos.** Se permite conectar los luminarios a electroductos, como se establece en 364-12.

h) **Arboles.** Se permite que los luminarios de exteriores y sus accesorios estén sujetos en los árboles.

Nota 1: Respecto de las limitaciones para apoyar conductores aéreos, véase 225-26. **Nota 2:** Respecto de la protección de los conductores, véase 300-5(d).

410-18. Partes expuestas de luminarios

a) **Con partes conductoras expuestas.** Se deben poner a tierra las partes expuestas de los luminarios y equipo directamente conectados o cableados a cajas de registro con puesta a tierra.

b) **Hechos de material aislante.** Las partes expuestas de los luminarios, directamente conectadas o cableadas a cajas de registro sin medios para puesta a tierra, deben estar hechas de material aislante y no presentar partes conductivas expuestas.

410-19. Equipos de más de 150 V a tierra

a) Luminarios metálicos, transformadores y envolventes de transformadores. Se deben poner a tierra los luminarios metálicos, transformadores y envolventes de transformadores, en circuitos que funcionen a más de 150 V a tierra.

Otras partes metálicas expuestas. Otras partes metálicas expuestas se deben poner a tierra o aislar de tierra y de otras superficies conductoras y ponerlas fuera del alcance de personas no calificadas.

Excepción: No se requiere poner a tierra los cables de sujeción de las lámparas, los tornillos de montaje, clips y bandas decorativas de las lámparas de cristal que estén separadas por lo menos a 4 cm de las terminales de las lámparas.

410-20. Conexión del conductor de puesta a tierra del equipo. Los luminarios con partes metálicas expuestas deben estar dotados de un medio para conectar un conductor de puesta a tierra.

410-21. Método de puesta a tierra. Se considera que los luminarios están puestos a tierra cuando estén mecánicamente conectados a un conductor de puesta a tierra de equipo, tal como se especifica en 250-91(b), de tamaño adecuado a lo establecido en 250-95.

410-23. Polaridad de los luminarios. Los luminarios deben estar instalados de manera que los casquillos roscados de las lámparas estén conectados al mismo conductor o terminal del equipo o circuito. El conductor puesto a tierra, cuando esté conectado al portalámparas debe conectarse a la parte roscada del casquillo.

410-24. Aislamiento de los Conductores

Los luminarios deben cablearse con conductores que tengan un aislamiento adecuado para las condiciones ambientales, corriente, tensión eléctrica y temperatura a las que vayan a estar expuestos.

Nota: Para la capacidad de conducción de corriente admisible en los cables de luminarios, la temperatura máxima, los límites de tensión y el tamaño mínimo del alambre o cable, etc., véase 402.

410-25. Conductores para determinadas condiciones

a) Portalámparas con casquillo tipo mogul. Los luminarios dotados con portalámparas de casquillo roscado de tipo mogul y cuya tensión eléctrica no supere 300 V entre conductores, deben instalarse con cables de luminarios de tipos SF-1, SF-2.

b) Portalámparas con casquillo roscado de otro tipo. Los luminarios provistos con portalámparas con casquillo roscado de otro tipo distinto al de base mogul y cuya tensión eléctrica no exceda 300 V entre conductores, deben instalarse con cables de luminarios de tipos SF-1, SF-2.

Excepción 1: Se permite utilizar cables de luminarios de tipos TFN y TFFN cuando la temperatura no supere 90°C.

Excepción 2: Se permite utilizar cables recubiertos de hule de tipo RH y RHW y cables de luminarios de tipos RFH-1, RFH-2, y FFH-2, cuando la temperatura supere 60°C pero no 75°C.

Excepción 3: Cuando la temperatura no supere 60°C, se permite utilizar cables de luminarios de tipos TF y TFF, incluidos los luminarios de tipo decorativo en los que se utilicen lámparas de no más de 60 W tipo vela.

Nota: Para los cables y conductores de equipo, véase 402-3 y la Tabla 402-3. Para los cables flexibles, véase la Tabla 400-5(a).

410-27. Conductores colgantes para lámparas incandescentes

a) Soportes. Los portalámparas colgantes con cables conectados permanentemente, cuando se utilicen para aplicaciones distintas de las guirnaldas, deben ir colgados de conductores independientes trenzados, recubiertos de hule, que vayan soldados directamente a los conductores del circuito, pero soportados en forma independiente de los mismos.

b) Tamaño o designación nominal. A menos que sean parte de conjuntos de alumbrados decorativos los conductores colgantes deben ser de tamaño nominal no menor que 2,08 mm² (14 AWG) cuando vayan conectados a portalámparas con casquillo roscado tipo mogul o base media, ni menores que 0,824 mm² (18 AWG) para portalámparas de tipo intermedia o candelabro.

c) Cableados o torcidos. Los conductores colgantes de más de 90 cm de largo, deben torcerse juntos, donde no exista un cable soporte.

410-28. Protección de los conductores y su aislamiento

a) Sujetos adecuadamente. Los conductores deben estar sujetos de modo que no se rompa ni se roce el aislamiento.

b) Protección a través de metales. Cuando los conductores pasen a través de metales, su aislamiento debe protegerse de la abrasión.

c) Brazos de los luminarios. En los brazos o mangos de los luminarios no debe haber empalmes o conexiones.

d) Empalmes y conexiones. Dentro de un luminario no se debe hacer empalmes o conexiones innecesarias.

Nota: Véase 110-14 para los métodos aprobados de hacer conexiones.

e) Cableado. Se deben utilizar conductores cableados para la instalación del alambrado en cadenas de luminarios y en otras partes móviles o flexibles.

f) Tensión mecánica. Los conductores se deben instalar de modo que el peso del aparato de alumbrado o sus partes móviles no los someta a tensión mecánica.

41 0-29. Aparadores conectados mediante cordón. Se permite conectar los aparadores individuales que no sean fijos, mediante un cordón flexible a un receptáculo fijo, y se permite conectar grupos de no más de seis aparadores juntos mediante cordón flexible, conectores y clavijas de seguridad, estando una del grupo conectada mediante cordón flexible a un receptáculo fijo.

Esta instalación debe cumplir con las siguientes condiciones:

a) Requisitos de los cordones. Los cordones flexibles deben ser de tipo "uso rudo", con conductores de tamaño nominal no menor que la de los conductores del circuito derivado y una capacidad de conducción de corriente al menos igual que la del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado y con conductor de puesta a tierra del equipo.

Nota: Para tamaño nominal del conductor de puesta a tierra del equipo, véase la Tabla 250-95.

b) Receptáculos, cordones y clavijas de conexión. Los receptáculos, cordones y clavijas de conexión deben ser de tipo con terminal de puesta de tierra, aprobados y listados, de 15 A o 20 A.

c) Sujeción. Los cordones flexibles se deben sujetar por debajo de los aparadores, de modo que:

(1) los cables no estén expuestos a daño físico;

(2) asegurar que la separación entre aparadores no exceda de 5 cm; ni que la separación entre el primer aparador y el receptáculo de alimentación sea mayor que 30 cm;

(3) el cable que quede al final de un grupo de aparadores lleve un accesorio hembra que no sobresalga del aparador.

d) Otros equipos. A los aparadores no deben conectarse, eléctricamente, equipos distintos a los aparadores.

e) Circuito o circuitos secundarios. Cuando los aparadores se conecten con cordón, los circuitos secundarios de cada balastro de las lámparas de descarga deben limitarse a un solo aparador.

41 0-30. Portalámparas y luminarios conectados con cordón

a) Portalámparas. Cuando se conecte un portalámparas metálico con un cordón flexible, la entrada debe estar equipada con una boquilla aislante, si es roscada, no debe ser menor que el de tubería con designación 12 (3/8). El orificio para el cordón debe ser de tamaño adecuado y se deben eliminar todas las rebabas y partes cortantes que pudiera tener con la finalidad de que la superficie por la que pase el cable quede lisa.

b) Luminarios ajustables. Los luminarios que requieran ajuste o que deban moverse para dirigirlos después de su instalación, no es necesario que vayan equipados con una clavija o conector de cordón, siempre que el cordón que quede expuesto sea de uso rudo o uso extrarrudo y no más largo de lo necesario para hacer el ajuste. El cordón no debe estar expuesto a esfuerzos o a daño físico.

c) Luminarios de descarga eléctricas

1) Se permite que un luminario o conjunto de luminarios aprobados para este uso, estén conectados por un cordón, si están situados directamente bajo la caja registro de salida o electroducto y el cordón es visible en toda su longitud fuera del luminario y no está expuesto a esfuerzos ni a daño físico y cuenta con una clavija con terminal de puesta de tierra o conector para el electroducto.

Excepción: No es necesario que un luminario o conjunto de luminarios aprobados que lleven un cordón y una tapa ornamental, termine en el extremo del cable con una clavija o conector para electroducto.

2) Se permite conectar luminarios de descarga dotados de portalámparas roscados de tipo mogul, a circuitos derivados de 50 A o menos, mediante cordones que cumplan lo establecido

en 240-4. Se permite que los receptáculos y los cordones de conexión sean de una capacidad de conducción de corriente menor que la del circuito derivado, pero no menor que 125% de la capacidad nominal del luminario.

Se permite que los luminarios de descarga equipados con un receptáculo sujeto al luminario, que no sobresalga de su superficie, se alimenten mediante cordones colgantes terminados con conector con cordón. Se permite que los receptáculos y los cordones de conexión sean de menor capacidad de conducción de corriente que la del circuito derivado, pero no menor que 125% de la capacidad nominal del luminario.

410-36. Diseño y materiales. Los luminarios deben estar construidas de metal, madera u otro material adecuado para su uso y deben estar diseñadas y montadas de modo que aseguren la resistencia mecánica y la rigidez necesarias. El compartimento para cables, incluyendo las entradas, debe diseñarse de tal manera que se puedan insertar y sacar los cables sin daño físico.

410-37. Luminarios no metálicos. En todos los luminarios no construidos completamente de metal o material no combustible, el compartimento de los cables debe estar forrado de metal.

Excepción: Cuando se utilicen cables blindados o recubiertos de plomo con herrajes adecuados.

410-38. Resistencia mecánica

a) **Tubos para los brazos.** Los tubos utilizados como brazos y varillas deben tener un espesor no menor que 1,0 mm, cuando sean roscados en el sitio y no menor que 0,7 mm si se suministran roscados. Los brazos y otras partes deben estar sujetos para evitar que giren.

b) **Cubiertas ornamentales metálicas.** Las cubiertas ornamentales metálicas que soporten portalámparas, pantallas, etc., de más de 4 kg o que llevan incorporados receptáculos, deben tener un espesor no menor que 0,5 mm. Otras cubiertas ornamentales deben tener un espesor no menor que 0,4 mm, si son de acero, y no menor que 0,5 mm si son de otros metales.

c) **Desconectadores en las cubiertas ornamentales.** No se deben instalar desconectadores accionados por cadena en los bordes de cubiertas ornamentales metálicas de un espesor menor que 0,7 mm, excepto si los bordes están reforzados por un doblez que forme un cordón o equivalente. Si se montan desconectadores accionados por cadena en los bordes u otro lugar de las cubiertas ornamentales de luminarios, no deben estar situados a más de 9 cm del centro de la cubierta. Cuando en la cubierta se instale un desconectador accionado por cadena o un receptáculo colgante, estos luminarios se deben sujetar por doble tornillo pasante, doble abrazadera, una abrazadera con rosca u otro método equivalente.

410-42. Lámparas portátiles

a) **Requisitos generales.** Las lámparas portátiles se deben instalar con cordones flexibles como los indicados en 400-4 y con clavija polarizada con puesta de tierra. Cuando se utilicen con portalámparas con base tipo Edison, se debe identificar el conductor puesto a tierra y conectarlo al casquillo y a la terminal de la clavija identificada para puesta a tierra.

b) **Lámparas de mano.** Además de lo establecido en 410-42(a), las lámparas de mano deben cumplir las siguientes condiciones:

- (1) no deben ser de casquillo metálico forrado de papel aislante;
- (2) deben estar equipadas con una empuñadura de un compuesto moldeado u otro material aislante;
- (3) deben estar equipadas con un protector adecuado, sujeto al portalámparas o a la empuñadura;
- (4) si el protector fuera metálico, debe estar puesto a tierra a través de un conductor de puesta a tierra del equipo que se instale junto con los conductores de la alimentación de la energía, a través del cordón de alimentación.

410-44. Boquilla para cordones. Cuando un cordón flexible entre por la base o el vástago de una lámpara portátil, se debe instalar una boquilla o su equivalente. Esta boquilla debe ser de material aislante, a no ser que se utilice un cordón con cubierta protectora.

410-45. Pruebas. El alambrado debe estar libre de cortocircuitos y contactos a tierra. Antes de conectar el circuito se debe probar que no tenga estos defectos.

410-46. Partes vivas. Las partes vivas expuestas en el interior de los luminarios de porcelana, deben estar protegidas adecuadamente y situadas de modo que no sea probable que los cables entren en contacto

con ellas. Entre las partes vivas y el plano de montaje del luminario debe quedar un espacio de 13 mm como mínimo.

410-47. Portalámparas roscados. Los portalámparas roscados se deben utilizar exclusivamente como portalámparas. Cuando reciban energía eléctrica mediante un cable con conductor puesto a tierra, este conductor se debe conectar al casquillo del portalámparas.

Excepción: Cuando el portalámparas por su diseño tenga integrados receptáculos, se deben instalar como lo indica el fabricante.

410-48. Portalámparas con desconectador de doble polo. Cuando estén alimentados por un circuito con cable sin conductor para poner a tierra, el desconectador del portalámparas debe desconectar simultáneamente ambos conductores.

410-49. Portalámparas en lugares húmedos o mojados. Los portalámparas instalados en lugares húmedos o mojados deben ser tipo intemperie.

410-56. Capacidad nominal admisible y tipo

a) **Receptáculos.** Los receptáculos instalados para conectar cordones de luminarios portátiles, deben tener una capacidad nominal no menor que 15 A, 125 V o 127 V, o 15 A, 250 V y deben ser de un tipo no adecuado para uso como portalámparas.

Excepción: Se permite el uso de receptáculos de 10 A, 250 V en edificios no residenciales, para la conexión de equipo que no sean lámparas de mano portátiles, herramientas de mano y extensiones.

b) **Receptáculos tipo CO/ALR.** Los receptáculos de 20 A nominales o menores y conectados directamente a conductores de aluminio, deben llevar la marca CO/ALR.

c) **Receptáculos de tierra aislada.** Los receptáculos previstos para la reducción del ruido eléctrico (interferencias electromagnéticas), como se permite en 250-74 Excepción 4, se deben identificar mediante un triángulo naranja situado en su parte frontal. Los receptáculos con esta marca se deben utilizar sólo con conductores de puesta a tierra aislados, de acuerdo con 250-74 Excepción 4. Los receptáculos de tierra aislada, instalados en cajas no metálicas, deben ir cubiertos por una tapa no metálica. Las placas protectoras pueden ser metálicas o de material aislante no combustible, y tener un espesor de forma que tengan resistencia mecánica adecuada. Las placas protectoras metálicas se deben conectar a tierra.

NOTA - Un circuito con receptáculos de tierra aislada debe consistir de un conductor de puesta a tierra con aislamiento color verde para el receptáculo y un conductor de tierra de referencia desnudo para el envolvente.

d) **Posición de las tapas frontales de los receptáculos.** Después de instalarlas, la parte frontal de los receptáculos debe quedar a nivel o sobresalidos de sus tapas protectoras de material aislante y deben sobresalir un mínimo de 0,4 mm cuando se usen tapas protectoras. Las tapas protectoras se deben instalar de modo que cubran completamente la abertura y asienten perfectamente sobre la superficie en la que vayan montadas. Los receptáculos montados en cajas empotradas en la pared, como se permite en 370-20, se deben instalar de modo que el soporte del receptáculo se mantenga rigidamente sujeto contra la superficie de la pared. Los receptáculos montados en cajas que queden a nivel con la superficie de la pared o sobresalgan de la misma, deben instalarse de modo que el soporte del receptáculo quede sujeto contra la caja o contra la extensión que sobresalga de la caja.

e) **Clavijas de conexión.** Todas las clavijas y cordones de conexión de 15 A y 20 A deben estar construidos de modo que no queden expuestas partes que transporten energía, excepto las correspondientes a las partes exteriores de las piezas de contacto o de la tapa que cubre los alambres. La cubierta de las terminales de los cables debe ser una parte esencial para el funcionamiento de una clavija o conector (construcción de frente muerto).

f) **Mecanismos de separación de las clavijas.** Los mecanismos de separación de las clavijas de conexión no deben afectar negativamente a la conexión de los vástagos de la clavija con los receptáculos.

g) **No intercambiables.** Los conectores y clavijas deben estar construidas de modo que el receptáculo no admita una clavija con distinta tensión eléctrica o capacidad de conducción de corriente nominal para las que esté diseñado. Los receptáculos y cordones de conexión sin puesta de tierra, no deben permitir la conexión de clavijas con puesta de tierra.

Excepción: Se permite que un receptáculo o conector en T de 20 A pueda conectar una clavija de 15 A para la misma tensión eléctrica.

h) **Receptáculos en tapas sobrepuertas.** Los receptáculos instalados en tapas sobrepuertas no se deben sujetar únicamente con un solo tornillo.

Excepción: Los dispositivos, conjuntos o tapas aprobados e identificados para ese uso.

41 0-57. Receptáculos en lugares húmedos o mojados

a) Lugares húmedos. Un receptáculo instalado en el exterior en un lugar protegido contra la intemperie o en otros lugares húmedos, debe tener una envolvente para el receptáculo que sea a prueba de intemperie cuando el receptáculo esté cubierto (sin meter la clavija y con la tapa cerrada).

Una instalación adecuada para lugares mojados se debe considerar también apta para lugares húmedos.

Se considera que un receptáculo está en un lugar protegido contra la intemperie cuando esté instalado en pórticos abiertos bajo techo, marquesinas, cornisas y similares, y no se encuentre expuesto a salpicaduras de la lluvia o caídas de agua.

b) Lugares mojados. Un receptáculo instalado en un lugar mojado debe estar en una envolvente a prueba de intemperie, cuya integridad no se vea afectada cuando se introduzca la clavija.

Excepción: Se permite que haya envolventes que no sean a prueba de intemperie cuando se introduzca la clavija, en el caso de los receptáculos instalados en lugares mojados para usar con herramientas eléctricas portátiles u otros luminarios de mano que se conectan a la salida sólo cuando son utilizados.

c) En bañeras y regaderas. No se debe instalar receptáculos en los espacios próximos a las bañeras y regaderas.

d) Protección de los receptáculos instalados en el piso. Las cajas donde vayan instalados los receptáculos en piso deben permitir la operación de equipo de limpieza, pero sin que se dañen los receptáculos.

e) Montaje al ras con tapa protectora. La envolvente de receptáculos, en una caja de salida montada al ras con la superficie de la pared, se debe hacer a prueba de intemperie por medio de una tapa protectora de intemperie que constituya una junta hermética al agua entre la tapa y la superficie de la pared.

f) Instalación. Una toma de salida para receptáculo instalada en exterior debe estar situada de modo que no sea probable que el agua acumulada toque a la tapa o placa protectora del registro.

41 0-58. Receptáculos, adaptadores, cordones de conexión y clavijas del tipo de puesta de tierra

a) Polos de puesta de tierra. Los receptáculos, conector con cordón y las clavijas del tipo de puesta a tierra deben llevar un polo fijo de tierra, además de los polos normales del circuito.

b) Identificación del polo de puesta a tierra. Los receptáculos, cordones de conexión y clavijas del tipo de puesta de tierra deben disponer de un medio para conectar un conductor de puesta a tierra de equipo al polo de tierra. La terminal de conexión para el polo de tierra debe distinguirse por:

- 1) Un tornillo de cabeza hexagonal o tuerca hexagonal de color verde, que no se quite fácilmente.
- 2) Un conector a presión de color verde (barril para cable).
- 3) En el caso de los adaptadores, un conector similar de color verde.

La terminal de puesta a tierra del adaptador debe ser una zapata rígida de color verde o un dispositivo similar. La conexión de puesta a tierra debe estar diseñada de modo que no pueda hacer contacto con otras partes energizadas de la base, adaptador o clavija. El adaptador debe estar polarizado.

- 4) Si la terminal del conductor de puesta a tierra del equipo no es visible, el orificio de entrada del conductor debe estar identificado con la palabra "verde" o "tierra" o las letras "V" o "T", o "G" o "GR" o el símbolo internacional de puesta tierra indicado en la figura 410-58. Si la terminal del conductor de puesta a tierra del equipo puede desmontarse fácilmente, debe marcarse del mismo modo la zona adyacente.



FIGURA 41 0-58.- Símbolo de puesta a tierra IEC No. 5019

c) Uso de la terminal de puesta a tierra. La terminal de puesta a tierra no se debe utilizar para otro objetivo que para puesta a tierra.

d) Requisitos de los polos de puesta a tierra. Las clavijas, sus conectores con cordón y receptáculos con puesta a tierra, deben estar diseñadas de modo que la conexión de puesta a tierra se haga antes que las conexiones portadoras de corriente eléctrica. Los dispositivos de tipo puesta a tierra deben estar

diseñados de modo que los vástagos o polos de puesta a tierra de las clavijas no puedan entrar en contacto con las partes energizadas de los receptáculos o de los conectores.

e) **Uso.** Las clavijas de tipo puesta a tierra sólo se deben utilizar con cables que tengan conductor de puesta a tierra.

41 0-76. Montaje de los luminarios

a) **Con balastros expuestos.** Los luminarios 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 se instale un luminario que contenga un balastro en la superficie de un tablero combustible de fibra de celulosa de baja densidad, debe estar aprobada y listada para ello o montarse a una distancia no inferior a 38 mm de la superficie del tablero. Cuando dichos luminarios vayan empotrados o semi-empotrados, se deben considerar las disposiciones de las Secciones 410-64 a la 410-72

Nota: Los tableros combustibles de fibra de celulosa de baja densidad pueden ser hojas, paneles y baldosines con una densidad de 320kg/m³ o menor y que estén formados por fibras vegetales aglutinadas, pero no se incluyen los tableros sólidos o laminados de madera ni de fibra de madera con densidad superior a 320 kg/m³ ni los materiales tratados integralmente con productos químicos resistentes a la propagación de la flama hasta el grado en que la velocidad de propagación de la flama en cualquier plano del material no exceda **de 25**, determinándose de acuerdo con las pruebas de combustión de materiales de construcción.

41 0-77. Equipo no integrado con los luminarios

a) **Gabinetes metálicos.** Los equipos auxiliares como reactores, resistencias, capacitores y similares, cuando no formen parte integral del equipo o aparato de alumbrado, deben estar encerrados en gabinetes metálicos permanentes y accesibles.

b) **Montaje independiente.** No es necesario que vayan en un gabinete independiente los balastros separados que estén diseñados para conexión directa a una instalación.

c) **Cableado de las secciones de luminarios.** El cableado de las secciones de luminarios va en pareja con un balastro o balastros que alimenta una o más lámparas instaladas. Para la conexión entre las parejas se permite usar tubo (conduit) metálico flexible de 9,5 mm de diámetro en tramos que no excedan de 7,62 m según lo establecido en el artículo 350. Se permite que los cables de luminarios que funcionen a la tensión eléctrica de suministro y alimenten sólo al balastro o balastros de una de las secciones vayan en la misma canalización que los cables de alimentación de las lámparas de la otra sección.

41 0-78. Autotransformadores. Un autotransformador que se utilice para aumentar la tensión eléctrica a más de 300 V como parte de un balastro para alimentar unidades de alumbrado, se debe alimentar únicamente a través de un sistema puesto a tierra.

410-79. Desconectadores. Los desconectadores de uso general de acción rápida deben cumplir lo establecido en 380-14.

O. Disposiciones especiales para luminarios de descarga eléctrica de más de 1 000 V

41 0-80. Requisitos generales

a) **Tensión eléctrica de más de 1 000 V en circuito abierto.** Los luminarios que se utilicen con sistemas eléctricos de descarga y proyectados para tensiones eléctricas de más de 1 000 V en circuito abierto, deben ser de un tipo aprobado para ese uso.

b) **En unidades de vivienda.** Los equipos con tensión eléctrica de más de 1 000 V en circuito abierto no se deben instalar en unidades de vivienda.

c) **Partes vivas.** Las terminales de las lámparas de descarga se deben considerar como partes vivas cuando cualquier terminal de la lámpara esté conectada a un circuito de más de 300 V.

d) **Otros requisitos.** Además de cumplir los requisitos generales para luminarios, los luminarios de descarga deben cumplir también con la parte Q de este artículo.

Nota: Para alumbrado de realce y anuncios luminosos, véase el artículo 600.

41 0-82. Terminales de las lámparas y portalámparas. Las partes que haya que quitar para cambiar las lámparas deben ser abisagradas o fijas por un medio de tipo cautivo. Las lámparas y portalámparas deben estar diseñados de modo que no dejen partes expuestas vivas al poner o quitar las lámparas.

410-83. Tensión eléctrica nominal de los transformadores. Los transformadores y balastros deben tener una tensión eléctrica del secundario en circuito abierto no superior a 15 000 V, con una tolerancia para prueba de 1 000 V adicionales. El valor de la corriente eléctrica del secundario no debe ser mayor que 120 mA para una tensión eléctrica en circuito abierto de más de 7 500 V y no mayor que 240 mA para 7 500 V o menos.

41 0-84. Tipos de transformadores. Los transformadores deben ser de tipo cerrado, aprobados y listados.

410-85. Conexiones del secundario de los transformadores. Los devanados de alta tensión de dos transformadores no se deben conectar entre sí ni en serie ni en paralelo.

Excepción: Se permite que dos transformadores que tengan cada uno un extremo de su devanado de alta tensión puesto a tierra y conectado a la caja, tengan conectados en serie sus devanados de alta tensión para formar el equivalente a un transformador puesto a tierra en su punto medio. Los extremos puestos a tierra deben estar conectados por conductores aislados de tamaño nominal no menor que 2,08 mm² (14 AWG).

41 0-86. Localización de los transformadores

- a) **Accesibles.** Los transformadores deben estar accesibles después de su instalación.
- b) **Conductores del secundario.** Los transformadores deben instalarse lo más cerca posible de las lámparas, para que los conductores del secundario sean lo más cortos posible.
- c) **Al lado de materiales combustibles.** Los transformadores deben instalarse de modo que los materiales combustibles que tengan al lado no estén expuestos a temperaturas superiores a 90°C.

410-87. Carga de los transformadores. Las lámparas conectadas a cualquier transformador deben ser de longitud y características tales que no causen una continua sobretensión eléctrica del transformador.

41 0-89. Soporte de las lámparas. Las lámparas deben estar adecuadamente apoyadas, como se exige en 600-33.

410-90. Protegidas contra daños. No se deben instalar las lámparas donde puedan estar normalmente expuestas a daño físico.

410-101. Instalación

a) **Riel de iluminación.** Los rieles de iluminación deben estar instalados y conectados permanentemente a un circuito derivado. En los rieles sólo se deben instalar dispositivos especiales para rieles de iluminación. Los rieles de iluminación no deben estar equipados con receptáculos de uso general.

b) **Cargas conectadas.** Las cargas conectadas a los rieles de iluminación no deben superar la capacidad nominal del riel. Un riel de iluminación debe estar conectado a un circuito secundario de una capacidad nominal no superior a la del riel.

c) **Lugares no permitidos.** No se deben instalar rieles de iluminación:

- (1) donde sea probable que puedan sufrir daño físico;
- (2) en lugares húmedos o mojados;
- (3) donde estén expuestos a vapores corrosivos;
- (4) en cuartos de almacenamiento de baterías;
- (5) en áreas peligrosas (clasificadas);
- (6) ocultos;
- (7) atravesando paredes o tabiques;
- (8) a menos de 1,5 m sobre la superficie del piso, excepto si están protegidos contra daño físico o funcionan a un valor eficaz de tensión eléctrica de menos de 30 V en circuito abierto.
- (9) dentro de la zona medida de 90 cm horizontalmente y 2,5 m verticalmente desde la parte superior del borde de la tina de baño.

d) Sujeción. Los accesorios identificados para utilizarse con rieles de iluminación deben estar diseñados específicamente para el tipo de riel en el que vayan a instalarse. Deben ir sujetos al riel, mantener la polaridad, la puesta a tierra y estar diseñados para suspenderlos directamente del riel.

410-102. Carga de los rieles. Para los cálculos de cargas, se considera que un riel de alumbrado de 60 cm de longitud o una fracción del mismo, equivale a 150 VA. Cuando se instalen rieles con varios circuitos, los requisitos de carga de esta sección deben considerarse divididos equitativamente entre los circuitos.

Excepción: Los rieles instalados en unidades de vivienda o en las habitaciones de huéspedes de hoteles o moteles.

Nota: Este valor de 150 VA por cada 60 cm de riel, es únicamente para efectos de cálculo de la carga y no limita la longitud del riel que se vaya a instalar ni el número de luminarios permitidos.

410-103. Riel de alumbrado de servicio pesado. Un riel de iluminación de servicio pesado debe estar aprobado e identificado para usarse a más de 20 A. Cada accesorio conectado a un riel de iluminación de servicio pesado debe estar protegido individualmente contra sobrecorriente.

410-104. Sujeción. Los rieles de iluminación deben estar sujetos de modo que cada soporte sea adecuado para soportar el máximo peso de los luminarios que se puedan instalar. Un tramo de 1,2 m o menos debe tener dos soportes y, cuando se instalen en una fila continua, cada sección individual no mayor que 1,2 m debe llevar un soporte adicional, a menos que estén aprobados para apoyarse a intervalos mayores.

410-105. Requisitos de construcción

a) **Construcción.** La armazón de los rieles de iluminación debe ser lo suficientemente resistente como para mantener la rigidez. Los conductores deben ir instalados dentro de la armazón del riel, permitiendo la inserción de los luminarios y estar diseñados para evitar la manipulación y el contacto accidental con las partes vivas. No se deben intercalar rieles de sistemas con distintas tensiones eléctricas. Los conductores instalados en los rieles deben tener un tamaño nominal mínimo de 3,31 mm² (12 AWG) y ser de cobre. Los extremos de los rieles deben estar aislados y protegidos con tapas.

Excepción: Los luminarios que incorporen un dispositivo integral para reducir la tensión eléctrica a un valor menor de tensión eléctrica de la lámpara.

b) **Puesta a tierra.** Los rieles de alumbrado deben estar puestos a tierra cumpliendo lo establecido en el artículo 250. Las distintas secciones del riel deben estar perfectamente acopladas de modo que mantengan la continuidad, la polaridad y la puesta a tierra de todo el circuito.

ARTICULO 411 - SISTEMAS DE ALUMBRADO QUE FUNCIONAN A 30 V O MENOS

411-2. Sistemas de alumbrado a 30 V o menos. Un sistema de alumbrado que funcione a 30 V o menos, es el que consiste en una fuente de alimentación separada, de 30 V (42,4 V pico) o menos en cualquier condición de carga, con uno o más circuitos secundarios, cada uno limitado a 25 A máximo, que alimente a luminarios y equipos asociados identificados para ese uso.

411-3. Aprobación requerida. Los sistemas de alumbrado de 30 V o menos deben estar aprobados para ese uso.

411-4. Lugares no permitidos. No deben instalarse sistemas de alumbrado que funcionen a 30 V o menos:

(1) cuando estén ocultos o se extiendan a través de las paredes de una construcción a menos que se utilice un método de instalación especificado en el Capítulo 3; o

(2) a una distancia menor que 3 m de albercas, tinas de hidromasaje, fuentes o instalaciones similares, excepto lo permitido en el artículo 680.

411-5. Circuitos secundarios

a) **Puesta a tierra.** Los circuitos secundarios no deben estar puestos a tierra.

b) **Aislamiento.** El circuito secundario debe estar aislado de otros circuitos derivados por medio de un transformador de aislamiento.

c) **Conductores desnudos.** Los conductores desnudos y las partes expuestas están permitidos. Los conductores desnudos no deben estar instalados a menos de 2,1 m sobre la superficie del piso, excepto si están específicamente aprobados para instalarlos a menor altura.

411-6. Circuitos derivados. Los sistemas de alumbrado que funcionen a 30 V o menos deben estar alimentados por un circuito derivado de 20 A máximo.

411-7. Areas peligrosas (clasificadas). Además de las disposiciones de este artículo, cuando estén instalados en áreas peligrosas (clasificadas), estos sistemas deben cumplir lo establecido en los artículos 500 a 517.

ARTICULO 430 - MOTORES, CIRCUITOS DE MOTORES Y SUS CONTROLADORES

430-6. Selección de la capacidad de conducción de corriente de conductores y corriente eléctrica nominal de motores. El tamaño nominal de los conductores para la alimentación de motores, indicados en este Artículo, deben seleccionarse de las Tablas 310-16 a 310-19 o deben calcularse de acuerdo con lo indicado en 310-15(b). La capacidad de conducción de corriente de conductores y la corriente eléctrica nominal de motores debe determinarse como se especifica en los incisos indicados a continuación:

a) Aplicaciones de motores en general. En los motores que no sean los especificados como de alto par indicados en (b) siguiente y para motores de tensión eléctrica ajustable en c.a. indicados en (c) a continuación, cuando la corriente eléctrica nominal del motor es tomada como base para deter-

minar la capacidad de conducción de corriente de conductores (Parte B) o para seleccionar la capacidad nominal de los desconectadores (Parte I), así como la de las protecciones por cortocircuito y protecciones por falla a tierra, (Parte E - Alimentadores y Parte D – Derivados) etc., los valores indicados en las Tablas 430-147, 430-148 y 430-1 50, incluyendo las notas complementarias, deben ser usadas en lugar de las indicadas en la placa de especificaciones del motor. La protección por sobrecarga del motor debe ser seleccionada con los datos indicados en la placa de especificaciones del motor. Cuando la capacidad del motor está indicada en ampere (A) y no en kilowatt (kW) o en caballos de potencia (CP), el valor en kW o en CP se supone que sea el correspondiente a los valores indicados en las Tablas 430-147, 430-148 y 430-150, interpolando valores en caso de ser necesario.

Excepción 1: Los motores de varias velocidades deben estar de acuerdo con lo indicado en 430-22 y 430-52.

Excepción 2: Para equipo que emplea motores de polo sombreado o de capacitor permanente de fase bipartida o motor tipo de ventilador, se debe emplear la corriente eléctrica a plena carga indicada en la placa de especificaciones del equipo, en lugar de la correspondiente a la potencia nominal en kW o en CP del motor, para así determinar medios de desconexión, conductores, alimentadores, controladores, protecciones de sobrecarga, protección de falla a tierra y de cortocircuito. La capacidad del equipo seleccionado nunca debe ser menor que la corriente eléctrica de placa indicada en el ventilador o en el soplador.

b) Motores de alto par. Para los motores de alto par, la corriente eléctrica nominal debe ser la determinada a rotor bloqueado y la de placa se deberá emplear para determinar la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito derivado como se indica en 430-22 y 430-24; la corriente eléctrica para la protección por sobrecarga, así como la de protección por falla a tierra, deben estar de acuerdo con lo indicado en 430-52(b).

NOTA: Para medios de desconexión y controles de los motores, véase 430-110 y la Excepción 3 de 430-83.

c) Motores de c.a. de tensión eléctrica ajustable. Para motores utilizados en sistemas de c.a. de tensión eléctrica ajustable, par variable, la capacidad de conducción de corriente de los conductores, así como la de desconectadores, la del dispositivo de protección del circuito derivado por cortocircuito y por falla a tierra, etc., deben seleccionarse de acuerdo con la corriente eléctrica máxima de operación que se indica en la placa de datos del motor, del controlador o de ambos. Si la corriente eléctrica máxima de operación no se indica en la placa del motor, la corriente eléctrica de operación debe basarse en el 150% de los valores indicados en la Tabla 430-1 50.

430-1 0. Espacios para cableado en los gabinetes

a) **Disposiciones generales.** Los gabinetes de equipo de control, así como los de los medios de desconexión, no deben utilizarse como cajas de conexión, canales auxiliares o canalizaciones para llevar a cabo empalmes, alimentaciones o derivaciones para otros aparatos eléctricos, a menos que su diseño contemple el espacio adecuado para tal propósito.

NOTA: Véase 373-8, gabinetes para desconnectadores y para dispositivos de protección contra sobrecorriente.

b) **Espacio para doblado de cables dentro de los gabinetes de equipos de control.** El espacio mínimo para el acomodo de cables en los gabinetes de control del motor debe estar de acuerdo con las medidas indicadas en la Tabla 430-10 (b), donde se indican las medidas de la siguiente forma: en línea recta desde el conector hasta la pared o barrera, en el sentido en que los conductores salen del gabinete. Cuando se tiene como alternativa que las terminales son proporcionadas por el fabricante del equipo de control, deberán estar identificadas por el fabricante para su uso con el controlador y no deben reducir el espacio mínimo requerido para el acomodo de los cables.

TABLA 430-10 (b).- Medidas de espacio mínimo para el acomodo de cables, en los gabinetes de control de motores

Tamaño o designación del conductor mm ²	AWG o kcmil	Conductores por terminal* (cm)	
		1	2
2,08-5,26	(14-10)	No especificado	---
8,37-13,3	(8-6)	3,8	---
21,2-26, 7	(4-3)	5,1	---
33,6	(2)	6,3	---
42,4	(1)	7,6	---
53,5	(1/0)	12,7	12,7
67,4	(2/0)	15,2	15,2
85,0-107	(3/0-4/0)	17,8	17,8
127	(250)	20,3	20,3
152	(300)	25,4	25,4
177-253	(350-500)	30,5	30,5
304-355	(600-700)	35,6	40,6
380-456	(750-900)	45,7	48,2

* Cuando sean tres o más los conductores por terminal, el espacio mínimo para acomodo de cables debe apegarse con lo indicado en el Artículo 373.

430-11. Protección contra líquidos. **Debe** instalarse protecciones o envolventes con el fin de dar la protección adecuada, tanto a los alimentadores al motor, como a los aislamientos de éstos en sus conexiones, cuando se instalen en lugares en donde pueda presentarse goteo o rociarse sobre el motor: aceite, agua o cualquier otro líquido que lo pueda dañar, a menos que el motor esté diseñado para soportar esas condiciones existentes.

430-13. Boquillas. Cuando los conductores pasan a través de una abertura en una envolvente, caja de paso o barrera de separación, debe usarse una boquilla para protegerlos de los bordes de las aberturas que presenten filo. La boquilla debe ser lisa, de superficie redondeada donde puedan estar en contacto con los conductores, y si se usa donde pueda haber aceites, grasas u otros contaminantes, debe ser de material que no se deteriore por la presencia de los mismos.

NOTA: Para conductores expuestos a agentes deteriorantes, véase 310-9.

430-14. Localización de los motores

a) **Ventilación y mantenimiento.** Los motores deben ubicarse de manera que tengan una ventilación adecuada y que el mantenimiento tal como la lubricación de rodamientos y reemplazo de escobillas, pueda hacerse fácilmente.

b) **Motores abiertos.** Los motores abiertos que tienen commutadores o anillos colectores deben localizarse o estar protegidos de manera que las chispas no puedan alcanzar los materiales combustibles adyacentes, pero esto no prohíbe la instalación de estos motores sobre pisos o soportes de madera.

430-17. Motor de mayor o menor potencia. En la determinación del cumplimiento de las Secciones 430-24, 430-53 (b) y 430-53 (c), el motor de mayor potencia o el de menor potencia debe ser el que tenga la corriente eléctrica nominal (a plena carga) más grande o más pequeña, respectivamente, tal y como se selecciona en las Tablas 430-147, 430-148 y 430-150.

430-22. Un solo motor

a) **General.** Los conductores del circuito derivado para suministrar energía eléctrica a un solo motor, deben tener capacidad de conducción de corriente no menor que 125% de la corriente eléctrica nominal (de plena carga).

Para un motor de varias velocidades, los conductores del circuito derivado de alimentación al controlador, deben seleccionarse tomando como base la corriente eléctrica nominal más alta indicada en la placa del motor; para seleccionar los conductores en el circuito derivado entre el equipo de control y el motor, debe tomarse como base la corriente eléctrica nominal de los devanados que los conductores energizan.

Excepción 1: Para motores de corriente continua (c.c.) con una fuente de poder de rectificación monofásica, los conductores entre el control y el motor deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que los siguientes por cientos de la corriente eléctrica nominal del motor a plena carga:

- a. Cuando se usa un rectificador monofásico de media onda, 190%.
- b. Cuando se usa un rectificador monofásico de onda completa, 150%.

Excepción 2: Los conductores de circuitos de alimentación de equipos convertidores incluidos como parte de un sistema de control de velocidad ajustable, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que 125% la capacidad nominal de entrada del equipo convertidor.

Para motores con arranque en estrella, conectados para funcionar en delta, la selección de los conductores de circuitos derivados en el lado de la línea del controlador debe basarse en la corriente eléctrica a plena carga. La selección de conductores entre el controlador y el motor debe basarse en un 58% de la corriente eléctrica del motor a plena carga.

b) **Servicio no continuo.** Los conductores que alimenten un motor que se utilice por corto tiempo, en forma intermitente, periódica o haciendo variar su carga, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la indicada en la Tabla 430-22 (b), a menos que sea autorizado el utilizar un conductor de tamaño nominal menor.

TABLA de 430-22 (b).- Servicio por ciclo de trabajo

Clasificación del servicio	Por ciento de la corriente eléctrica nominal indicada en la placa de datos			
	Régimen de trabajo del motor			
	5 min	15 min	30 min y 60 min	Servicio continuo
Servicio de corto tiempo Accionamiento de válvulas, ascenso y descenso de rodillos	110	120	150	---
Servicio intermitente elevadores y montacargas, máquinas herramientas, bombas y puentes levadizos, mesas giratorias, etc., para soldadoras de arco, véase 630-21	85	85	90	140
Servicio periódico: Rodillos, equipos para manejo de minerales y carbón, etc.	85	90	95	140
Servicio variable	110	120	150	200
Cualquier motor debe considerarse de servicio continuo, a menos que la naturaleza del aparato eléctrico que acciona, sea tal que el motor no opere continuamente con carga bajo cualquier condición de operación.				

c) **Envolventes de terminales separadas.** Los conductores entre un motor estacionario de potencia nominal de 746 W (1 CP) o menor y con envolvente de terminales separada, como se permite en 430-145 (b), pueden ser menores al tamaño nominal de 2,08 mm² (14 AWG), pero nunca menor que 0,824 mm² (18 AWG), siempre y cuando el conductor seleccionado tenga la capacidad de conducción de corriente especificada en el inciso a), arriba indicado.

430-24. Varios motores o motor(es) y otra(s) carga(s). Los conductores que suministren energía eléctrica a varios motores o a motores y otras cargas, deben tener una capacidad de conducción de corriente, cuando menos de la suma de las corrientes a plena carga nominales de todos los motores, más un 25% de la

corriente nominal del motor de mayor corriente del grupo, más la corriente nominal de las otras cargas determinadas de acuerdo con lo indicado en el Artículo 220 y otras Secciones aplicables.

Excepción 1: Cuando uno o más motores del grupo operan por corto tiempo, en forma intermitente periódica o variable, la corriente eléctrica nominal de estos motores se debe sumar de acuerdo con lo indicado en la Sección 430-22(b). Para determinar el motor de mayor capacidad que debe formar parte de la suma total, se debe tomar el mayor valor en amperes resultante de la aplicación del factor adecuado al régimen de trabajo, según se indica en la Sección 430-22(b) o el motor que en operación continua tome la mayor corriente eléctrica a plena carga, multiplicado por 1,25.

Excepción 2: La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten a motores de equipos de calefacción eléctrica fija, debe seleccionarse de acuerdo a lo indicado en 424-3 (b).

Excepción 3: Cuando el circuito se pueda bloquear de forma que impida el arranque de otros motores u otras cargas selectivamente, la capacidad de conducción de corriente del alimentador podrá determinarse como la suma de las corrientes de los motores y las de las otras cargas que puedan operar al mismo tiempo, tomándose esta suma como la corriente eléctrica total.

430-25. Varios motores en combinación con otras cargas. La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten varios motores en combinación con otras cargas, no debe ser menor que la capacidad de corriente mínima marcada en el equipo de acuerdo con lo indicado en 430-7 (d). Cuando el equipo no viene cableado de fábrica y las placas de sus diferentes partes están a la vista de acuerdo con lo indicado en 430-7(d)(2), el conductor seleccionado debe tener una capacidad de conducción de corriente como se establece en 430-24.

430-26. Factor de demanda para el alimentador. Cuando resulte un calentamiento reducido en los conductores de los motores que operen por ciclos o en forma intermitente o cuando los motores no operen al mismo tiempo, se permite que los alimentadores tengan una capacidad de conducción de corriente menor que la especificada en 430-24, pero condicionado a que los conductores tengan suficiente capacidad de conducción de corriente para la carga máxima determinada de acuerdo con el tamaño y número de los motores a alimentar y las características y régimen de trabajo de las cargas. Para efectos de aprobación, será necesario presentar el estudio de ingeniería que demuestre fehacientemente la carga máxima a que se someterán los conductores.

430-28. Conexiones en derivación en los alimentadores. Los conductores para conexiones en derivación en los alimentadores deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la indicada en la parte B; deben terminar en un dispositivo de protección de circuito derivado y deben cumplir con los siguientes requisitos:

- (1) estar dentro de un equipo de control cerrado o dentro de una canalización, no tener longitud mayor que 3,00 m y, para instalaciones en campo, deben estar protegidos por un dispositivo de protección de sobrecorriente en el lado de la línea de alimentación de la derivación; la capacidad o ajuste de este dispositivo no excederá 1 000% de la capacidad del conductor de la derivación; o
- (2) tener una capacidad de conducción de corriente de al menos un tercio de la correspondiente al alimentador, estar protegidos contra daño físico, dentro de un equipo de control cerrado o dentro de una canalización, y no tener una longitud mayor que 7,60 m o
- (3) tener la misma capacidad de conducción de corriente que el alimentador.

Excepción: Derivaciones mayores a 7,60 m de longitud. En naves de techo alto (mayores a 10,67 m de altura), se permite que los conductores derivados del alimentador principal no sean mayores a 7,60 m de longitud en dirección horizontal y su longitud total no mayor que 30,50 m, cuando se reúnan las condiciones siguientes:

- a. Que la capacidad de conducción de corriente de los conductores derivados no sea menor que un tercio de la de los alimentadores.
- b. Que los conductores derivados terminen en un solo interruptor automático o en un juego sencillo de fusibles, de conformidad con (1) Parte D, donde la derivación es un circuito derivado (2) Parte E si la derivación es un alimentador.
- c. Que los conductores de la derivación se protejan contra daño físico y sean instalados en canalizaciones.
- d. Que los conductores de la derivación sean continuos sin empalmes en toda su longitud.

e. Que los conductores de la derivación sean de un tamaño nominal de 13,3 mm² (6 AWG) en cobre o 21,2 mm² (4 AWG) en aluminio o mayores.

- f. Que los conductores de la derivación no se encuentren alojados en muros, pisos o techos.
- g. Que la derivación no se realice a menos de 9 m del piso.

430-32. Motores de servicio continuo

a) De más de 746 W (1 CP). Cada motor de servicio continuo de más de 746 W (1 CP) debe protegerse contra sobrecarga por uno de los medios siguientes:

1) Un dispositivo separado de sobrecarga que sea sensible a la corriente eléctrica del motor. La corriente eléctrica nominal o de disparo de este dispositivo no debe ser mayor que los por cientos de la corriente de placa a plena carga del motor, como sigue:

- Motores con factor de servicio indicado no menor que 1,15	125%
- Motores con indicación de elevación de temperatura no mayor que 40°C	125%
- Todos los demás motores	115%

Este valor puede ser modificado según lo permitido por la Sección 430-34.

Para un motor de varias velocidades, cada conexión del devanado debe ser considerada por separado.

Cuando el dispositivo de sobrecarga separado del motor esté conectado de manera que no conduzca la corriente eléctrica total indicada en la placa de características del motor, tal como es el caso de arranque en estrella-delta, se debe indicar en el equipo el valor de ajuste apropiado de disparo del dispositivo de protección o debe considerarse la tabla que el fabricante proporcione para su selección.

NOTA: Cuando se utilizan capacitores para corregir el factor de potencia, y son instalados en el lado de la carga, entre el motor y el dispositivo de sobrecarga, véase 460-9.

2) Una protección térmica integrada al motor y aprobada para este uso con el motor que protege, debe prevenir los daños por sobrecalentamiento del motor, así como por fallas en el arranque. La corriente eléctrica de disparo de la protección térmica del motor no debe exceder de los siguientes valores en por ciento sobre los valores de corriente eléctrica a plena carga de los motores que se indican en las Tablas 430-148 y 430-150:

- Motor a carga plena cuya corriente eléctrica sea menor 9 A	170%
- Motor a carga plena con corriente eléctrica de operación entre 9,1 A y 20 A	156%
- Motor a carga plena con corriente eléctrica de operación mayor que 20 A	140%

Si el dispositivo de interrupción de corriente se encuentra separado del motor y el circuito de control es operado por la protección integral del motor, debe estar arreglado en forma tal que cuando abra la protección del motor, también abra el circuito de control.

3) Se permite un dispositivo de protección integrado al motor de tal forma que lo proteja contra daños en una falla de arranque, siempre y cuando el motor sea parte integrante de un ensamblaje aprobado que normalmente no sujete al motor a sobrecargas.

4) En motores mayores a 1 120 kW (1 500 CP) se requiere de un dispositivo de protección con sensores de temperatura, en contacto con el devanado, que provoquen una interrupción de la corriente eléctrica al motor, cuando se presente un incremento mayor al que se indica en la placa del motor, sobre un ambiente de 40°C.

b) Motores de 746 W (1 CP) y menores, con arranque no automático

1) Un motor que opere en servicio continuo de capacidad de 746 W (1 CP) o menor que no esté instalado en forma permanente, con arranque no automático y que esté a la vista de su controlador, se permite considerarlo protegido contra sobrecarga por el dispositivo de protección contra cortocircuito y de falla a tierra del circuito derivado. Este dispositivo no deberá ser mayor que lo que se especifica en la Parte D del Artículo 430.

Excepción: Esta situación se permite para motores en circuitos con tensión eléctrica nominal de 120 V o 127 V, con protección del circuito derivado respectivo de no más de 20 A.

2) Cualquiera de estos motores que no esté a la vista del control debe protegerse de acuerdo con lo especificado en 430-32 (c).

Cualquier motor de 746 W (1 CP) o menor que esté instalado en forma permanente, debe estar protegido de acuerdo con lo especificado en 430-32 (c).

c) **Motor de 746 W (1 CP) o menor, con arranque automático.** Cualquier motor de 746 W (1 CP) o menor, con arranque automático, debe protegerse contra sobrecarga por uno de los siguientes medios:

- 1) Un dispositivo de sobrecarga separado que responda a la corriente eléctrica del motor.

Este dispositivo debe seleccionarse para que desconecte o tenga como máximo su capacidad nominal de acuerdo con los siguientes por cientos de la corriente eléctrica de placa a plena carga del motor:

- Motores con factor de servicio indicado no menor que 1,15	125%
- Motores con indicación de elevación de temperatura no mayor que 40°C	125%
- Todos los demás motores	115%

Para motores de varias velocidades cada conexión de los devanados debe considerarse en forma separada. Las modificaciones a estos valores deben estar de acuerdo con lo indicado en 430-34.

2) Una protección térmica integrada al motor y aprobada para ser usada con el motor que protege contra sobrecalentamiento peligroso debido a sobrecarga o falla en el arranque. Si el dispositivo de interrupción de corriente del motor se encuentra separado del mismo y su circuito de control se acciona por un dispositivo protector que forma parte integral del motor, debe disponerse de tal forma que la desconexión del circuito de control interrumpe la corriente eléctrica del motor.

3) Se permite proteger al motor con un dispositivo de protección que forme parte integral del motor y que puede proteger al motor contra sobrecargas y fallas en el arranque si:

- (1) el conjunto es parte de un conjunto aprobado que no someta al motor a sobrecargas.
- (2) el conjunto está equipado también con otros controladores de seguridad (como el controlador de seguridad de combustión de un quemador de petróleo doméstico), que proteja al motor contra daños debidos a fallas en el arranque. Cuando el conjunto tenga controladores de seguridad que protejan al motor, debe indicarse en la placa de especificaciones en un lugar visible incluso después de instalado.
- 4) Si la impedancia de los devanados del motor es suficiente para prevenir el sobrecalentamiento por fallas en el arranque, se permite proteger al motor como se especifica en 430-32(b)(1) para motores que se arranquen en forma manual, si el motor forma parte de un conjunto ensamblado de fábrica y el motor se limita a sí mismo para no sobrecalentarse en forma peligrosa.

NOTA: Muchos motores de corriente alterna menores a 37 W (1/20 CP), como son motores de relojes, motores tipo serie, etc., y también algunos de mayor capacidad como los de alto par, deben incluirse en esta clasificación. Esto no incluye a motores de fase partida, que tienen desconector automático que desconectan las bobinas de arranque.

d) Motores de rotor devanado. A los circuitos secundarios de los motores de c.a. de rotor devanado, incluyendo sus conductores, controles, resistencias, etc., se permite considerarlos protegidos contra sobrecargas por el mismo dispositivo de protección de sobrecarga del motor.

430-33. Servicios intermitentes y similares. Un motor cuyas condiciones de funcionamiento sean de operación por corto tiempo, intermitentes, periódico o varíen su servicio, como están ilustrados por la Excepción de la Tabla 430-22(b), se permite su protección contra sobrecargas por el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado, siempre y cuando la protección no exceda la especificación indicada en la Tabla 430-152.

La aplicación de cualquier motor se debe considerar como de trabajo continuo, a menos que los equipos que acciona sean tal, que éstos no puedan funcionar continuamente con carga bajo ninguna condición de operación.

430-39. Control del motor como protección contra sobrecarga. Se permite que el controlador del motor funcione como dispositivo de protección de sobrecarga, si el número de unidades de sobrecarga cumple con la Tabla 430-37 y si estas unidades de sobrecarga funcionan en las posiciones de arranque y de operación normal en el caso de motores de c.c. y en la posición de operación normal en el caso de motores de c.a.

430-52. Capacidad nominal o ajuste para los circuitos de un solo motor

a) General. El dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas de tierra de circuitos derivados para motores, debe cumplir con (b) y con (c) o (d) cuando sean aplicables.

b) Todos los motores. La protección del circuito derivado contra cortocircuito y falla a tierra debe ser capaz de soportar la corriente eléctrica de arranque del motor.

c) Capacidad nominal o ajuste.

1) Debe utilizarse un dispositivo de protección, con una capacidad nominal o ajuste, seleccionado de tal forma que no exceda los valores dados en la Tabla 430-152.

Excepción 1: Cuando los valores determinados por la Tabla 430-152 para los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla de tierra no correspondan a los tamaños o capacidades nominales de los fusibles, interruptores automáticos no ajustables o dispositivos térmicos de protección o posibles ajustes de interruptores automáticos, se permite el tamaño, capacidad o ajuste inmediato superior.

E

Excepción 2: Cuando los valores especificados por la Tabla 430-152 no son suficientes para la corriente eléctrica de arranque de motor:

a. La capacidad nominal de un fusible del tipo sin retardo y no mayor que 600 A puede aumentarse, pero en ningún caso debe exceder 400% de la corriente eléctrica del motor a plena carga.

b. La capacidad nominal de un fusible con retardo de tiempo (doble elemento) puede ser aumentada, pero en ningún caso debe exceder de 225% de la corriente eléctrica a plena carga.

c. El ajuste de un interruptor automático de tiempo inverso puede aumentarse, pero en ningún caso debe excederse (1) 400% de la corriente eléctrica a plena carga del motor de 100 A o menos o (2) 300% para corriente eléctrica a plena carga de 100 A o mayor.

d. La capacidad nominal de un fusible clasificado entre 601 A a 6 000 A puede ser aumentada, pero en ningún caso debe exceder el 300% de la corriente eléctrica del motor a plena carga.

NOTA: Véase 240-6 para capacidades nominales de fusibles o interruptores automáticos.

2) Cuando la capacidad nominal del dispositivo de protección de un circuito derivado contra cortocircuitos y fallas a tierra esté indicada en una tabla de protecciones contra sobrecarga de un fabricante, para ser usada con un controlador de motor o esté marcada en el equipo, estos valores de capacidad no deben ser excedidos, aun cuando sean permitidos mayores valores en las disposiciones anteriores.

3) Sólo se permite utilizar un interruptor automático de disparo instantáneo si es ajustable y forma parte de una combinación aprobada y listada de motor y controlador con protección coordinada del motor contra sobrecargas, cortocircuitos y fallas a tierra en cada conductor, y si el valor de disparo se ajusta para que no supere lo especificado en la Tabla 430-152. Se permite un protector del motor contra cortocircuitos en lugar de los dispositivos de la Tabla 430-152, si ese protector forma parte de una combinación aprobada y listada de motor y controlador con protección coordinada del motor contra sobrecargas, cortocircuitos y fallas a tierra en cada conductor que abra el circuito cuando la corriente eléctrica supere 1 300% de la nominal a plena carga.

NOTA: Para los fines de este Artículo, los interruptores automáticos de disparo instantáneo pueden incorporar un medio para permitir la corriente transitoria del motor, para evitar los inconvenientes del disparo del interruptor automático.

Excepción 1: Cuando el valor especificado en la Tabla 430-152 no sea suficiente para la corriente eléctrica de arranque del motor, se permite aumentar el valor de disparo instantáneo del interruptor automático pero sin que en ningún caso supere 1 300% de la corriente eléctrica del motor a plena carga para motores distintos de los del diseño E, ni 1 700% para los motores para diseño E. Se permite que el valor de disparo de los interruptores automáticos sea superior a 800% para motores distintos de los de diseño E y superior a 1 100% para los motores diseño E, cuando esos valores sean necesarios según se demuestre con una evaluación de ingeniería. En tales casos no será necesario aplicar primeramente la restricción de disparo a 800% o a 1 100%.

Excepción 2: Cuando la intensidad del motor a plena carga sea de 8 A o menos se permite aumentar hasta el valor marcado en el controlador el valor de disparo instantáneo del interruptor automático con una capacidad nominal continua de 15 A o menos en una combinación aprobada y listada del motor y del controlador que ofrezca protección coordinada del circuito derivado del motor contra sobrecargas y cortocircuitos y fallas a tierra.

4) En motores de varias velocidades se permite instalar un solo dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra para dos o más de los devanados del motor, siempre que el valor nominal del dispositivo de protección no supere los por cientos anteriores sobre la capacidad nominal del devanado protegido más pequeño, según la placa de datos.

Excepción: En un motor de varias velocidades se permite utilizar un solo dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra, de valor nominal según la capacidad a plena carga del devanado de mayor intensidad, si cada devanado está equipado con protección individual contra sobrecargas de valor nominal de acuerdo con la capacidad a plena carga y si los conductores del circuito derivado que suministran energía a

cada devanado, son de una intensidad nominal acorde con la capacidad a plena carga del devanado de mayor capacidad a plena carga.

5) En los sistemas de controladores de motores de estado sólido electrónicos, se permite utilizar fusibles adecuados en lugar de los dispositivos de la Tabla 430-152, siempre que al lado de los fusibles se marque claramente el valor nominal de los fusibles de repuesto.

d) Motores de alto par. Los circuitos para los motores de alto par deben protegerse a la capacidad nominal que aparezca en la placa de datos del motor, según lo indicado en 240-3(b).

430-53. Varios motores o cargas en un circuito derivado. Dos o más motores o uno o más motores y otras cargas, puedan conectarse al mismo circuito en las condiciones indicadas a continuación:

a) **No mayor que 746 W (1 CP).** Varios motores cuya potencia individual no exceda de 746 W (1 CP) podrán conectarse a un circuito derivado de 120 V o 127 V nominales, protegido a no más de 20 A o un circuito derivado de 600 V nominales o menos, protegido a no más de 15 A, si se cumplen las condiciones siguientes:

- 1) El valor nominal de la corriente eléctrica a plena carga de cada motor no exceda de 6 A.
- 2) No se excede el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra marcada en cualquiera de los controladores.
- 3) La protección individual contra sobrecarga de los motores esté conforme con lo establecido en 430-32.

b) **Si se protege al motor más pequeño.** Si el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla de tierra del circuito derivado se ha seleccionado para que no sea mayor de lo permitido en 430-52 para el motor de menor potencia, se permite conectar dos o más motores o uno o varios motores y otras cargas, siempre que cada motor tenga su protección individual contra sobrecarga y siempre que se determine que dicho dispositivo protector del circuito derivado no debe abrir en las condiciones de trabajo normales más severas que puedan ocurrir.

c) **Otras instalaciones en grupo.** Se permite conectar a un circuito derivado dos o más motores de cualquier capacidad nominal o uno o más motores y otra(s) carga(s), cuando cada motor que tenga protección individual contra sobrecarga, cuando el controlador del motor y el(los) dispositivo(s) de sobrecarga:

- (1) estén instalados como un conjunto de fábrica aprobado y el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado del motor sea parte del conjunto o esté marcado en el conjunto;
- (2) el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado del motor, el(los) controlador(es) del motor y el o los dispositivos de sobrecarga sean instalados en campo como conjuntos separados, aprobados para tal uso y provistos de las instrucciones del fabricante para usarse entre sí y
- (3) cuando todas las condiciones siguientes se cumplan:

1) El dispositivo de protección contra sobrecarga de cada motor está aprobado para instalación en grupo con una capacidad nominal máxima especificada para el fusible, interruptor automático de tiempo inverso o ambos.

2) Cada control del motor está aprobado para instalación en grupo, con una capacidad nominal máxima especificada para el fusible, interruptor automático de tiempo inverso o ambos.

3) Cada interruptor automático es de tipo de tiempo inverso y está aprobado para ser instalado en grupo.

4) El circuito derivado debe estar protegido por fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso que tengan una capacidad no mayor que la especificada en 430-52, para el mayor motor conectado al circuito derivado, más una cantidad igual que la suma de las corrientes de plena carga de los demás motores y las capacidades nominales de otras cargas conectadas al circuito. Cuando este cálculo dé por resultado una capacidad nominal menor que la capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación, la capacidad del fusible o de los interruptores automáticos puede aumentarse hasta un valor que no sea mayor que el permitido por 240-3(b)

5) Los fusibles del circuito derivado o interruptores automáticos de tiempo inverso no deben ser mayores que lo permitido en 430-40 para el relevador de sobrecarga que protege al motor de menor potencia del grupo.

NOTA: Véase 110-10, impedancia del circuito y otras características.

d) Derivación para un solo motor. Para las instalaciones en grupo descritas anteriormente, los conductores de cualquier derivación que alimenten a un solo motor no necesitan tener un dispositivo individual de

protección contra cortocircuito y falla a tierra, siempre que cumplan con cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) ningún conductor que alimente al motor debe tener una capacidad de conducción de corriente menor que la capacidad de los conductores del circuito derivado;
 ningún conductor que alimente al motor debe tener una capacidad de conducción menor que un tercio de la de los conductores del circuito derivado, teniendo como límite mínimo lo indicado en la Sección 430-22, y siempre que los conductores que van al dispositivo de protección contra sobrecarga del motor no tengan más de 7,5 m de longitud y estén protegidos contra daño físico.

430-54. Equipo con varios motores y cargas combinadas. El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado para equipo con varios motores y cargas combinadas, no debe exceder el valor indicado en el equipo de acuerdo con los requisitos establecidos en 430-7(d).

430-55. Protección combinada contra sobrecorriente. La protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de un circuito derivado de motor y la protección contra sobrecarga del motor pueden combinarse en un solo dispositivo de protección, cuando la capacidad o ajuste del dispositivo proporcione la protección contra sobrecarga especificada en 430-32.

430-57. Tamaño de los portafusibles. Cuando se emplea fusibles para la protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de un circuito derivado de un motor, los portafusibles deben tener un tamaño no menor que necesario para instalar los fusibles especificados en la Tabla 430-152.

Excepción: Cuando se usen fusibles con retardo de tiempo adecuado para características de arranque del motor, se permite emplear portafusibles de menor tamaño que los especificados en la Tabla 430-152.

430-58. Capacidad nominal de los interruptores automáticos. Los interruptores automáticos destinados a la protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de los circuitos derivados de motores deben tener una capacidad de corriente nominal de acuerdo con lo indicado en 430-52 y 430-110.

430-62. Capacidad o ajuste (carga de motores)

a) **Carga específica.** Un circuito alimentador que suministra energía a una carga fija y específica de motores cuyos conductores tienen tamaño nominal basado en 430-24, debe estar provisto de un dispositivo de protección de valor nominal o ajuste no mayor que la capacidad o ajuste del mayor de los dispositivos de protección de circuitos derivados contra cortocircuito y falla a tierra de cualquiera de los motores del grupo, más la suma de las corrientes a plena carga de los otros motores del grupo (selección basada en la Tabla 430-152 o en 440-22(a) para compresores de motores herméticos refrigerantes). Si dos o más circuitos derivados del grupo poseen dispositivos contra cortocircuitos y fallas a tierra de igual capacidad o ajuste, se considera a uno solo de ellos como el mayor para los cálculos anteriores.

Excepción: Cuando uno o más interruptores automáticos de disparo instantáneo o protectores del motor contra cortocircuito se usen para protección del circuito derivado del motor contra cortocircuito y falla a tierra, según se permite en 430-52(a), el procedimiento descrito anteriormente para determinar el máximo ajuste del dispositivo en el alimentador, se debe aplicar de acuerdo con la condición siguiente: para propósitos de cálculo, cada interruptor automático de disparo instantáneo o cada protector de circuito derivado contra cortocircuito o falla a tierra se presume que tiene una capacidad nominal que no excede el valor en por ciento permitido en la Tabla 430-152 para el tipo de dispositivo de protección del alimentador utilizado.

b) **Otras instalaciones.** Para las instalaciones que incluyan alimentadores de mayor capacidad de conducción de corriente, el valor nominal o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente del alimentador puede basarse en la capacidad de conducción de corriente de sus conductores.

430-63. Capacidad o ajuste-Cargas de fuerza y alumbrado. Cuando un alimentador suministra energía a cargas de motores y además a cargas de alumbrado, o de alumbrado y artefactos, el dispositivo de protección del alimentador puede tener una capacidad o ajuste suficientes para soportar las cargas de alumbrado o de alumbrado y artefactos, determinada de acuerdo con lo indicado en los Artículos 210 y 220, más, para el caso de un solo motor, la capacidad permitida en 430-52 y para dos o más motores, la capacidad permitida en 430-62.

430-94. Protección contra sobrecorriente. Los CCM deben contar con una protección de sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en el Artículo 240, basado como máximo, en la capacidad total de las barras comunes de alimentación a todas las secciones. Esta protección se debe proveer ya sea por:

- (1) un dispositivo de protección localizado fuera del CCM en el punto de suministro o
- (2) un dispositivo de protección contra sobrecorriente localizado dentro del CCM, o bien;
- (3) ambos casos (1) y (2), los conductores del circuito alimentador deben cumplir con 240-3(b) o 240-3(c) según la capacidad.

430-95. Equipo en la acometida. Cuando se use como equipo de acometida, cada CCM debe estar provisto de un medio de desconexión principal para desconectar simultáneamente todos los conductores de fase.

Excepción: Un segundo dispositivo desconectador podrá instalarse para alimentar al equipo adicional.

Cuando se use un conductor puesto a tierra el CCM debe llevar instalado un puente de unión principal dimensionado de acuerdo con lo indicado en la 250-79 (d), dentro de una de las secciones, para conectar los conductores puestos a tierra en el lado de suministro, con la barra de puesta a tierra del CCM.

430-96. Puesta a tierra. Los CCM de varias secciones deben ser puenteados uno con otro por un conductor de puesta a tierra del equipo o mediante una barra de puesta a tierra cuyas dimensiones deben ser las establecidas en la Tabla 250-95. Todas las terminales de puesta a tierra del equipo deben conectarse en la barra de puesta a tierra, que debe estar instalada a todo lo largo de las secciones o a una terminal de tierra en un punto situado en una sección de las que conforman el CCM.

430-97. Barras principales y conductores

a) **Soportes y arreglo.** Las barras conductoras deben protegerse contra daño físico y mecánico mediante un sistema de sujeción firme, distintos de los requeridos para interconexiones y cables de control. Sólo aquellos conductores que son instalados para terminar en una sección vertical deben estar localizados en esa sección del CCM.

Excepción: Los conductores pueden instalarse a lo largo del CCM y en sus secciones verticales cuando estos conductores se coloquen con barreras de aislamiento que lo separen de las barras conductoras.

b) **Arreglo de las fases.** En un sistema de tres hilos el arreglo de las fases debe ser A, B, C, visto del frente hacia atrás, de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha.

Excepción: Se permite un arreglo de fases de C, B, A, en los CCM de doble frente (montaje frontal y posterior), pero debe identificarse y marcarse adecuadamente este arreglo en el gabinete.

c) **Espacios mínimos para cableados.** El espacio mínimo en las terminales del CCM debe estar de acuerdo con lo indicado en el Artículo 373.

d) **Espaciamiento.** La distancia entre las barras espaciadoras del CCM y sus partes metálicas no debe ser menor que las distancias indicadas en la tabla 430-97.

e) **Barreras.** En las alimentaciones a los CCM se deben colocar barreras que aíslen las barras de servicio y sus terminales de los demás elementos del CCM.

TABLA 430-97.- Distancias mínimas entre barras y partes metálicas

Tensión involucrada V	Entre partes vivas de polaridad opuesta		Entre partes vivas y partes metálicas de puesta a tierra a través del aire y sobre la superficie mm
	Sobre la superficie mm	A través del aire mm	
No mayor que 127	19	12	12
No mayor que 250	31	19	12
No mayor que 600	51	25	25

430-103. Operación. Los medios de desconexión deben abrir todos los conductores aislados de alimentación y no deben permitir que una fase o polo pueda ser operado en forma independiente. Los medios de desconexión pueden estar en la misma envolvente del controlador.

NOTA: Véase 430-113 para equipo que recibe energía de más de una fuente.

430-1 05. Conductor puesto a tierra. Uno de los polos de un medio de desconexión puede desconectar el conductor puesto a tierra, siempre que este polo puesto a tierra no pueda abrirse sin desconectar simultáneamente todos los conductores del circuito.

430-1 07. Fácilmente accesible. Uno de los medios de desconexión debe estar fácilmente accesible.

430-1 08. Cada desconectador. Cada medio de desconexión en el circuito derivado de un motor entre el punto de unión al alimentador y el punto de conexión al motor, debe cumplir con las especificaciones indicadas en 430-1 09 y 430-110.

430-1 09. Tipos de medios de desconexión. Los medios de desconexión deben ser uno de los siguientes tipos: un desconectador de navajas con capacidad nominal en kW o en CP, un interruptor automático abierto o en caja, con o sin protección térmica y magnética. Los medios de desconexión deben estar aprobados.

Excepción 1: Un desconectador de circuitos de motores para motores Diseño E de más de 1,50 kW (2 CP) nominales, debe cumplir además uno de los dos requisitos siguientes:

- a. Debe estar marcado como adecuado para usarse con un motor Diseño E.
- b. Debe tener una capacidad nominal en kW o CP no inferior a 1,4 veces la capacidad nominal de un motor de 2,25 kW a 74,6 kW (3 CP a 100 CP) nominales o no inferior a 1,3 veces la capacidad nominal de un motor de más de 74,6 kW (100 CP) nominales.

Excepción 2: Para motores estacionarios de 93,0 W (1/8 CP) o menos, el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado que lo alimenta, puede servir como medio de desconexión.

Excepción 3: Para los motores estacionarios de 1,50 kW (2 CP) o menos y 300 V o menos, el medio de desconexión puede ser un desconectador de uso general que tenga una capacidad nominal no menor que dos veces la corriente eléctrica nominal a plena carga del motor. En circuitos de corriente alterna pueden tenerse desconectadores de uso general de acción rápida (que no sean también para corriente continua), para desconectar un motor de 1,50 kW (2 CP) o menos y de 300 V o menos, con una corriente eléctrica nominal a plena carga que no exceda de 80% de la capacidad nominal del desconectador.

Excepción 4: Para motores de más de 1,50 kW (2 CP) y hasta 74,6 kW (100 CP) inclusive, el medio de desconexión separado requerido para un motor con control del tipo autotransformador puede ser un desconectador de uso general cuando se cumplan todas las disposiciones indicadas a continuación:

- a. El motor acciona un generador que está provisto de protección contra sobrecarga.
- b. El control: (1) es capaz de interrumpir la corriente eléctrica de rotor bloqueado del motor, (2) está provisto de un relevador por falla de tensión eléctrica, y (3) está provisto de protección contra sobrecarga del motor con ajuste no mayor que 125% de la corriente eléctrica nominal a plena carga del motor.
- c. El circuito derivado del motor está provisto de fusibles individuales o de un interruptor automático de tiempo inverso con capacidad o ajuste no mayor que 150% del valor de la corriente eléctrica de plena carga del motor.

Excepción 5: Para motores estacionarios de más de 29,84 kW (40 CP) de c.c o de 74,6 kW (100 CP) o más, de c.a., se puede utilizar como medio de desconexión un desconectador de uso general o un desconectador de aislamiento siempre que tenga la leyenda "No operar con carga".

Excepción 6: Para motores de diseños diferentes al E o de este diseño pero con capacidad de 1,5 kW (2 CP) o menos, se permite que el receptáculo y la clavija se utilicen como medio de desconexión, siempre que tengan una capacidad no menor que la capacidad nominal del motor. En caso de que el motor diseño E sea de capacidad mayor que (2 CP), el receptáculo y la clavija deben tener una capacidad no menor que 1,4 veces la capacidad del motor.

Para un aparato eléctrico no se requiere que el receptáculo y la clavija tengan capacidad marcada en kW (CP) cuando se utilicen y apliquen de acuerdo con la Sección 422-22, en un equipo de aire acondicionado de acuerdo con la Sección 440-63 o para un motor portátil con capacidad de 248,66 W (1/3 CP) o menos.

Excepción 7: Para motores de alto par, el medio de desconexión puede ser un desconectador de uso general.

Excepción 8: Se permite un interruptor automático de disparo instantáneo como medio de desconexión cuando sea parte de una combinación aprobada y listada de motor y controlador.

430-110. Capacidad nominal e interruptiva

a) **Generalidades.** Los medios de desconexión para circuitos de motores de tensión eléctrica nominal de 600 V o menos, deben tener una capacidad nominal no menor que 115% de la corriente eléctrica a plena carga del motor.

b) **Motores de alto par.** Los medios de desconexión del circuito de un motor de alto par de arranque deben tener una capacidad nominal, expresada en A, no menor que 115% de la corriente eléctrica a plena carga del motor.

c) **Cargas combinadas.** Cuando dos o más motores se utilicen juntos o donde uno o más motores sean utilizados en combinación con otras cargas tales como resistencias calentadoras u otras cargas, y cuando la carga combinada pueda estar conectada sobre un solo medio de desconexión, la capacidad nominal en kW o CP y la capacidad de corriente eléctrica de la carga combinada se determina como sigue:

a capacidad nominal de los medios de desconexión se determina con base en la suma de todas las corrientes, incluyendo las cargas de resistencias, en la situación de plena carga y también en la de rotor bloqueado. La suma de las corrientes de plena carga y la de rotor bloqueado se consideran como si correspondieran a un motor único para los fines de este requisito, de la manera siguiente:

La corriente eléctrica de plena carga equivalente a la capacidad nominal en kW o CP de cada motor debe seleccionarse de las Tablas 430-148, 430-149 o 430-150. Estas corrientes de plena carga deben sumarse a la corriente eléctrica nominal de las otras cargas, para así obtener la corriente eléctrica equivalente a plena carga de la carga combinada.

La corriente eléctrica de rotor bloqueado equivalente a la capacidad en kW o CP de cada motor debe seleccionarse de la Tabla 430-151 A o 430-151 B.

Las corrientes de rotor bloqueado deben sumarse a la capacidad nominal de las otras cargas, para así obtener la corriente eléctrica equivalente de rotor bloqueado para la carga combinada. Cuando dos o más motores o la combinación de motores y otras cargas no puedan arrancarse simultáneamente, puede usarse la combinación apropiada de corriente eléctrica de plena carga y de rotor bloqueado para determinar la corriente eléctrica equivalente de rotor bloqueado para estas cargas combinadas.

Excepción: Cuando una parte de la carga considerada es resistiva y el medio de desconexión sea un desconectador con capacidad nominal expresada en kW o en CP y A, el desconectador utilizado debe tener una capacidad en kW o CP no menor que la carga combinada del (los) motor(es), si la capacidad en amperes del desconectador no es menor que la suma de la corriente eléctrica de rotor bloqueado del (los) motor(es) más la carga resistiva.

2) La capacidad nominal de los medios de desconexión no debe ser menor que 115% de la suma de todas las corrientes de plena carga determinadas de acuerdo con lo indicado en (d) (1) anterior.

3) Para motores pequeños no considerados en las Tablas 430-147, 430-148 o 430-150, la corriente eléctrica de rotor bloqueado debe considerarse igual que seis veces la corriente eléctrica de plena carga.

4)

430-112. Motores con un solo medio de desconexión. Cada motor deber estar provisto de un medio de desconexión individual.

Excepción: Un solo medio de desconexión puede servir a un grupo de motores bajo cualquiera de las condiciones siguientes:

a. Cuando varios motores accionan varias partes de una misma máquina o partes de un aparato eléctrico, tales como máquinas para trabajar madera y metales, grúas y elevadores de carga.

b. Cuando un grupo de motores esté protegido por un conjunto de dispositivos de protección contra sobrecorriente, tal como se permite en 430-53 (a).

c. Cuando un grupo de motores esté instalado en el mismo local y todos a la vista desde los medios de desconexión.

430-113. Energía de más de una fuente. Los motores y equipos accionados por motores que reciban energía eléctrica por más de una fuente, deben estar provistos de medios de desconexión en cada una de las fuentes de energía, ubicados inmediatamente adyacente al equipo alimentado. Se permite que cada fuente tenga un medio de desconexión independiente.

Cuando se tengan medios múltiples de desconexión, debe proveerse señalización de advertencia permanente que se localice sobre cada medio de desconexión o adyacente al mismo.

Excepción 1: Si un motor recibe energía eléctrica de más de una fuente, el medio de desconexión para la fuente principal que alimenta el motor no necesariamente tiene que estar adyacente al motor, siempre que el medio de desconexión del control pueda bloquearse en la posición de abierto.

Excepción 2: No se requiere un medio de desconexión separado para circuitos de control remoto Clase 2 de acuerdo con lo indicado en el Artículo 725, que no sea de más de 30 V y que esté aislado y no puesto a tierra.

430-142. Motores estacionarios. Las armazones de los motores estacionarios deben conectarse a tierra cuando exista cualquiera de las condiciones siguientes:

- 1) si están alimentados por conductores contenidos en canalizaciones metálicas;
- 2) si están ubicados en lugares húmedos y no están aislados o resguardados;
- 3) si están instalados en áreas peligrosas (clasificadas) como se menciona en los Artículos 500 a 517 y
- 4) si el motor funciona con cualquier terminal a más de 150 V con respecto a tierra. Si la armazón del motor no está puesta a tierra debe aislarse permanente y efectivamente de tierra.

430-1 43. Motores portátiles. Las armazones de los motores portátiles que funcionan a más de 150 V con respecto a tierra deben estar resguardadas o puestas a tierra.

NOTA 1: Véase la Sección 250-45 (d) para la puesta a tierra de artefactos portátiles en locales que no sean residenciales.

NOTA 2: Véase 250-59 (b) para el color del aislamiento del conductor puesto a tierra.

430-144. Controladores. Las cubiertas o gabinetes de los controladores deben ponerse a tierra, cualquiera que sea su tensión eléctrica de operación. Deben tener medios para hacer la conexión del conductor de puesta a tierra de equipo de acuerdo con lo establecido en 250-113.

Excepción 1: Las cubiertas o gabinetes de equipo portátil no puesto a tierra.

Excepción 2: Las tapas o placas de desconectadores tipo balancín o de palanca.

430-145. Método de puesta a tierra. Donde sea necesaria la puesta a tierra debe hacerse de la manera especificada en el Artículo 250.

a) **Puesta a tierra por medio de las cajas de terminales.** Cuando el alambrado a motores fijos sea hecho dentro de canalizaciones metálicas o utilizando cable con cubierta metálica, deben instalarse cajas de conexiones para alojar las terminales del motor, y el blindaje de los cables o las canalizaciones metálicas debe conectarse a ellas como se especifica en el Artículo 250.

NOTA: Véase 430-12 (e) para medios de puesta a tierra en las cajas de terminales del motor.

b) **Separación entre la caja de empalmes y el motor.** La caja de empalmes a que se refiere el inciso anterior podrá tener una separación del motor no mayor que 1,8 m siempre que los conductores terminales que van al motor sean cable tipo AC, cordón armado o conductores trenzados dentro de tubos (conduit) metálicos flexibles herméticos a los líquidos, no metálicos, metálicos flexibles, metálicos tipo pesado, semipesado o ligero con designación no menor que 12 (3/8), conectándose la armadura del cable o la canalización, tanto a la caja como al motor. Cuando se utilicen conductores terminales trenzados protegidos como se especifica antes, no deben ser de tamaño nominal mayor que 5,26 mm² (10 AWG) y deben cumplir con los otros requisitos de esta norma para conductores en canalizaciones.

Se permite el uso de tubo (conduit) flexible a prueba de líquidos o tipo pesado no metálico para conducir las terminales de conexión al motor, siempre que el conductor de puesta a tierra esté conectado a ambos extremos, el motor y la caja.

c) **Puesta a tierra de los dispositivos instalados en el controlador.** Los secundarios de transformadores de instrumentos, las partes metálicas expuestas que no conducen corriente eléctrica u otras partes conductoras o cajas de transformadores de instrumentos, medidores y relevadores, deben ser puestos a tierra como se especifica en 250-121 a 250-125.

M. Tablas

TABLA 430-1 47.- Corriente eléctrica a plena carga, en amperes (A) de motores de corriente continua (c.c.)

kW	CP	Tensión eléctrica nominal de armadura		
		120 V	240 V	500 V
0,19	1/4	3,1	1,6	—
0,25	1/3	4,1	2,0	—
0,37	1/2	5,4	2,7	—
0,56	3/4	7,6	3,8	—
0,75	1	9,5	4,7	—
1,12	1-½	13,2	6,6	—
1,50	2	17	8,5	—
2,25	3	25	12,2	—
3,75	5	40	20	—
5,60	7-½	58	29	13,6
7,50	10	76	38	18
11,2	15	—	55	27
14,9	20	—	72	34
18,7	25	—	89	43
22,4	30	—	106	51

29,8	40	---	140	67
37,3	50	---	173	83
44,8	60	---	206	99
56,0	75	---	255	123
75,0	100	---	341	164
93,0	125	---	425	205
120	150	---	506	246
149	200	---	675	330

* son valores promedio en c.c.

ARTICULO 440 - EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y DE REFRIGERACION

440-6. Capacidad de conducción de corriente y capacidad nominal. Los conductores para el equipo indicado en este Artículo se seleccionan de las Tablas 310-16 a 310-19 o de acuerdo con lo indicado en 310-15. La capacidad de conducción de corriente requerida en los conductores y la capacidad nominal del equipo se determina como sigue:

a) **Motocompresor hermético de refrigeración.** En el caso de un motocompresor hermético de refrigeración la corriente eléctrica de carga nominal indicada en la placa de datos del equipo en el cual la unidad sellada se utiliza, es para determinar la capacidad de conducción de corriente o el valor de la corriente eléctrica de los medios de desconexión, de los conductores del circuito derivado, el controlador y las protecciones de cortocircuito y de falla a tierra, así como la protección de sobrecarga del motor. Cuando la corriente eléctrica de carga nominal no está indicada en la placa de datos del equipo se utiliza la corriente eléctrica de carga nominal del compresor indicada en su propia placa. Para los medios de desconexión y los controladores véanse 440-12 y 440-41.

Excepción 1: Cuando así se indique, se debe utilizar la corriente eléctrica para selección del circuito derivado en lugar de la corriente eléctrica nominal de plena carga para determinar el valor nominal o la capacidad de conducción de corriente de los medios de desconexión, de los conductores del circuito derivado, del control y de la protección del circuito derivado contra cortocircuito y falla a tierra.

E

Excepción 2: Según lo permitido en la Excepción 2 de 440-22 (b), para la protección de los circuitos derivados contra cortocircuitos y fallas a tierra de los equipos conectados con cordón y clavija.

b) **Equipo con varios motores.** En el caso de equipos con varios motores que utilicen un motor para ventilador del tipo de inducción de polos sombreados o de inducción de fase dividida con capacitores, se usa la corriente eléctrica de plena carga de dicho motor indicada en la placa de datos del equipo en el cual el motor para ventilador esté utilizado, en lugar de la potencia nominal en kW o CP, para determinar la capacidad de conducción de corriente o el valor nominal de los medios de desconexión, los conductores del circuito derivado, el control, la protección del circuito derivado contra cortocircuitos y fallas a tierra y la protección contra sobrecarga.

El valor de corriente eléctrica indicado en la placa de datos del equipo no debe ser menor que el valor de la corriente indicada en la placa de datos del motor del ventilador.

440-7. Motor de potencia nominal más grande. Para determinar el cumplimiento de este Artículo y de las Secciones 430-24, 430-53 (b), 430-53 (c) y 430-62 (a), se debe considerar que el motor de potencia más grande es el motor que tiene la corriente eléctrica de carga nominal más elevada. Cuando dos o más motores tienen la misma corriente eléctrica de carga nominal, solamente uno de ellos debe ser considerado como el motor de mayor potencia. Para motores que no sean unidades selladas y motores de ventiladores, tales como los cubiertos por la Sección 440-6 (b), la corriente eléctrica de plena carga utilizada para la determinación del motor de mayor potencia debe ser el valor equivalente que corresponde a la potencia nominal del motor en kW o CP, seleccionada según las Tablas 430-148 o 430-150.

Excepción: Cuando así se indique, debe usarse la corriente eléctrica para selección del circuito derivado en lugar de la corriente de carga nominal para determinar la unidad sellada de mayor potencia.

440-8. Máquina única. Un sistema de aire acondicionado o de refrigeración debe considerarse como una sola máquina para aplicación de los requisitos establecidos en la Excepción de 430-87, y en 430-112, Excepción. Los motores pueden estar ubicados distantes uno del otro.

440-1 2. Capacidad nominal y capacidad de interrupción.

a) Motocompresor hermético de refrigeración. Un medio de desconexión que controla a una unidad sellada debe seleccionarse con base en la corriente eléctrica de carga nominal indicada en la placa de datos o con base en la corriente eléctrica para selección del circuito derivado, la que sea mayor, y de la corriente eléctrica de rotor bloqueado, respectivamente, de la unidad sellada tal como se indica a continuación:

1) La capacidad de corriente nominal debe ser por lo menos 115% de la corriente eléctrica de carga nominal indicada en la placa de datos o de la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor.

2) Para determinar los kW o CP equivalentes, en cumplimiento con los requisitos de la Sección 430-109, se determinan los kW o CP nominales de las Tablas 430-148 o 430-150, correspondientes a la corriente eléctrica de carga nominal o a la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor, y los kW o CP de las Tablas 430-151A o 430-151B correspondientes a la corriente eléctrica de rotor bloqueado. En caso de que la corriente eléctrica para selección del circuito derivado y la corriente eléctrica de rotor bloqueado no correspondan a las corrientes indicadas en las Tablas 430-148, 430-150 o 430-151A o 430-151B, se debe utilizar el valor siguiente más elevado de kW o CP. En caso de obtener valores nominales diferentes de kW o CP al aplicar estas tablas, se debe escoger un valor de kW o CP por lo menos igual que el más grande de los valores obtenidos.

b) Carga combinada. Cuando se utilice una o más unidades selladas juntas o en combinación con otros motores o cargas, donde la carga combinada pueda ser simultánea en un mismo medio de desconexión, el valor nominal de la carga combinada se determina como sigue:

1) El valor nominal en kW o CP de todos los medios de desconexión se determina a partir de la suma de todas las corrientes, incluyendo cargas de resistencias en la condición de carga nominal y también en la condición de rotor bloqueado. La corriente eléctrica de carga nominal combinada y la corriente de rotor bloqueado combinada obtenidas de esta forma, se consideran como pertenecientes a un único motor para los efectos de este requisito, según se indica a continuación:

a. L

a corriente eléctrica de plena carga equivalente a los kW o CP nominales de cada motor, siempre que no se trate de unidades selladas en motores para compresores y ventiladores como los que están cubiertos en 440-6 (b), debe ser seleccionada de las Tablas 430-148 o 430-150. Estos valores de corriente eléctrica de plena carga se suman a la corriente o corrientes de carga nominal de las unidades selladas o a la corriente o corrientes para selección del circuito derivado, la que sea mayor, y al valor nominal en A de otras cargas para obtener una corriente de plena carga equivalente para la carga combinada.

b. La corriente eléctrica de rotor bloqueado equivalente a los kW o CP nominales de cada motor que no sea una unidad sellada, debe ser seleccionada de las Tablas 430-151A y 430-151B y para motores del tipo polos sombreados o de inducción de fase dividida con capacitor para ventiladores, identificados con la corriente eléctrica de rotor bloqueado, debe usarse el valor indicado. El valor de las corrientes de rotor bloqueado debe sumarse al valor de la corriente o corrientes de rotor bloqueado de la unidad sellada y a los valores nominales de corriente de otras cargas para obtener una corriente eléctrica de rotor bloqueado equivalente para la carga combinada. Cuando dos o más motores u otras cargas, tales como calentadores de resistencias, no puedan arrancar al mismo tiempo, se permite utilizar combinaciones adecuadas de corriente eléctrica con rotor bloqueado y corriente de carga nominal, o la corriente para seleccionar el circuito derivado, la que sea mayor, para determinar la corriente eléctrica equivalente de rotor bloqueado para la carga combinada simultánea.

Excepción: Cuando una parte de la carga concurrente es una carga de resistencia y los medios de desconexión constan de un interruptor con características indicadas en kW o CP y en A nominales, el desconectador utilizado puede tener un valor en kW o CP nominal no menor que las cargas combinadas de la o las unidades selladas y otro u otros motores en la condición de rotor bloqueado, siempre que la corriente nominal del desconectador no sea menor que dichas cargas de rotor bloqueado más la carga resistiva.

2) La capacidad de corriente nominal de los medios de desconexión debe ser por lo menos 115% de la suma de todas las corrientes en la condición de carga nominal, determinadas de acuerdo con lo indicado en 440-12 (b) (1).

c) Motocompresores pequeños. Para motocompresores pequeños que no tengan la corriente eléctrica de rotor bloqueado indicada en la placa de datos o para motores pequeños que no están cubiertos por las Tablas 430-147, 430-148 o 430-150, la corriente de rotor bloqueado debe estimarse en un valor igual que seis veces la corriente de carga nominal. Véase 440-3 (a).

d) Todos los desconectadores. Cada medio de desconexión del circuito de la unidad sellada entre el punto de conexión al alimentador y el punto de conexión a la unidad sellada, debe cumplir con los requisitos indicados en 440-12.

e) Valores nominales de los medios de desconexión que excedan 74,6 kW (100 CP). Cuando la corriente eléctrica de carga nominal o de rotor bloqueado, determinada según lo establecido anteriormente, indique la necesidad de medios de desconexión que excedan 74,6 kW (100 CP), deben aplicarse los requisitos indicados en la Excepción 4 de 430-1 09.

440-13. Equipos conectados con cordón. Para equipos conectados con cordón, tales como de aire acondicionado para habitaciones, refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y aparatos eléctricos expendedores de bebidas, se permite utilizar como medio de desconexión un conector separable o un receptáculo y clavija. Véase 440-63.

440-14. Ubicación. Los medios de desconexión deben ser visibles y fácilmente accesibles desde el aparato eléctrico de aire acondicionado o equipo de refrigeración. Pueden instalarse sobre o dentro del equipo de aire acondicionado o de refrigeración.

Los medios de desconexión, no deben instalarse en los paneles diseñados para permitir el acceso a los equipos de aire acondicionado o refrigeración.

Excepción 1: Cuando se utiliza un receptáculo y clavija como medio de desconexión de acuerdo a la Sección 440-13, su ubicación debe ser accesible pero no se requiere que sea fácilmente accesible.

NOTA: Los medios de desconexión deben tener capacidad para interrumpir la corriente de arranque de los compresores y demás motores (corriente a rotor bloqueado de la carga combinada). Ver la Sección 440-12. Capacidad nominal y capacidad interruptiva.

-22. Aplicación y selección

a) Capacidad nominal o ajuste para unidades selladas individuales. Los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado para los motocompresores herméticos de refrigeración, deben ser capaces de transportar la corriente eléctrica de arranque del motor. Se considera que se ha obtenido la protección adecuada cuando este dispositivo tiene un valor nominal o de ajuste que no excede 175% de la corriente eléctrica para selección del circuito derivado, cualquiera que sea mayor. En caso de que la protección especificada no sea suficiente para la corriente de arranque del motor, el valor puede ser aumentado, pero no debe ser mayor que 225% de la corriente eléctrica de carga nominal del motor o de la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor.

Excepción: El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado no debe ser menor que 15 A.

b) Capacidad nominal o ajuste para equipo. Los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado para equipo, deben ser capaces de transportar la corriente eléctrica de arranque del equipo. Cuando la única carga en el circuito sea una unidad sellada, la protección debe estar conforme con 440-22 (a). Cuando el equipo comprende más de una unidad sellada o un motocompresor hermético de refrigeración y otros motores u otras cargas, el equipo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del equipo debe estar conforme con 430-53 y con lo siguiente:

1) Cuando un motocompresor hermético de refrigeración sea la carga más grande conectada al circuito, la capacidad nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado no debe ser mayor que el valor especificado en 440-22 (a), para la unidad sellada más grande, más la suma de la corriente eléctrica de la carga nominal o la de selección del circuito derivado, la que sea mayor de la otra u otros motocompresores herméticos de refrigeración y el valor nominal de las otras cargas alimentadas.

2) Cuando un motocompresor hermético de refrigeración no es la carga mayor conectada al circuito, la corriente eléctrica nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado no debe ser mayor que un valor igual que la suma de la corriente de carga nominal o la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor, los valores nominales de la unidad o unidades selladas más el valor especificado en 430-53(c) (4), cuando otras cargas de motores son alimentadas o el valor

especificado en 240-3, cuando sólo se alimenten cargas que no son motores en adición a la o las unidades selladas.

Excepción 1: Equipo que arranca y funciona en circuitos derivados monofásicos de 15 A o 20 A, 120 V o 127 V o 15 A, 208 V, 220 V o 240 V, se considera protegido por el dispositivo de protección contra sobrecorriente de 15 A o 20 A que protege al circuito derivado, pero si la máxima capacidad nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado indicado sobre el equipo es menor que estos valores, el dispositivo de protección del circuito no debe exceder el valor indicado en la placa de datos del equipo.

Excepción 2: Para la determinación de los requisitos del circuito derivado se deben utilizar los valores indicados en la placa de datos del equipo conectado con cordón y clavija, de tensión eléctrica nominal no mayor que 250 V, monofásicos, tales como refrigeradores y congeladores domésticos, aparatos eléctricos enfriadores de agua potable, expendedores de bebidas, y cada unidad se debe considerar como de un solo motor, a menos que la placa de datos indique lo contrario.

c) Valores nominales de los dispositivos de protección que no excedan los valores del fabricante. Cuando los valores nominales de los dispositivos de protección indicados en la tabla de elementos térmicos dada por el fabricante para ser utilizados en un controlador de motor, sean menores que la capacidad nominal o ajuste seleccionado según (a) y (b) de la Sección 440-22, el valor nominal del dispositivo de protección no debe ser mayor que el valor indicado por el fabricante.

440-32. Una sola unidad sellada. Los conductores de un circuito derivado que alimenten un solo motocompresor hermético de refrigeración deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que 125% de la corriente eléctrica de carga nominal de la unidad sellada o de la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor.

440-33. Unidades selladas con cargas adicionales de motores o sin ellas. Los conductores que alimenten una o más unidades con cargas adicionales de motores o sin ellas, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la suma de valores de la corriente eléctrica de carga nominal o de la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor, de todas las unidades selladas, más la corriente de plena carga de los otros motores y más un 25% del mayor valor nominal del motor o de la unidad sellada del grupo.

Excepción 1: Cuando el circuito está bloqueado de manera que impide el arranque y funcionamiento de una segunda unidad de un motor de compresor refrigerante hermético o grupo de unidades, el tamaño nominal de los conductores debe determinarse con base en la unidad sellada o grupo de unidades selladas más grande que deban funcionar simultáneamente en un momento dado.

Excepción 2: Los acondicionadores de aire de habitación como se indica en la Parte G del Artículo 440.

440-34. Carga combinada. Los conductores que alimentan a una carga de motocompresores herméticos de refrigeración que sea adicional a una carga de alumbrado o aparatos eléctricos, según se indica en el Artículo 220 y en otras Secciones aplicables, deben tener una capacidad de conducción de corriente suficiente para la carga de alumbrado o de artefactos más la requerida para la carga de las unidades selladas, determinada de acuerdo con lo indicado en 440-33 o, para una sola unidad sellada, de acuerdo con lo indicado en 440-32.

Excepción: Cuando el circuito está bloqueado de manera que impide el funcionamiento simultáneo de la unidad o de motocompresores herméticos de refrigeración y de todas las demás cargas conectadas, el tamaño nominal del conductor debe determinarse con base en el tamaño nominal mayor requerido por la unidad o unidades selladas y las otras cargas que deban funcionar simultáneamente en un momento dado.

440-35. Equipo de varios motores y de cargas combinadas. La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten equipos de varios motores y de cargas combinadas no debe ser menor que la mínima capacidad de conducción de corriente del circuito marcada en el equipo, de acuerdo con lo indicado en 440-4 (b).

440-41. Capacidad nominal

a) Controlador del motocompresor. Un controlador de la unidad sellada debe tener al mismo tiempo una corriente eléctrica nominal de plena carga para servicio continuo y una corriente nominal de rotor bloqueado, no menores que la corriente de carga nominal indicada en la placa de datos o que la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor y, respectivamente, la corriente eléctrica de rotor bloqueado del compresor. (Véanse 440-6 y 440-7). En caso de que el controlador del motor esté dimensionado en kW o en CP, pero no

lleve indicación de una o ambas corrientes nominales mencionadas anteriormente, los valores equivalentes de la corriente eléctrica deben ser determinados de acuerdo con las características nominales como se indica a continuación: úsese las Tablas 430-148 y 430-1 50, para determinar el valor nominal de la corriente equivalente de plena carga. Usense las Tablas 430-151A 430-151B para determinar el valor nominal de la corriente eléctrica de rotor bloqueado.

b) Controlador que sirve a más de una carga. Un controlador que sirve a más de un motocompresor o a una unidad y otras cargas; debe tener un valor nominal de corriente eléctrica de plena carga para servicio continuo y una corriente de rotor bloqueado, no menores a la carga combinada según se determina en la Sección 440-12 (b).

440-64. Cordones de alimentación. Cuando se utilicen cordones flexibles para alimentar un acondicionador de aire para habitación, su longitud no debe ser mayor que:

(1) 3 m para un equipo de 120 V o 127 V nominales o

1,80 m para equipo de 208 V, 220 V o 240 V nominales.

ARTICULO 450 - TRANSFORMADORES Y BOVEDAS PARA TRANSFORMADORES

450-3. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de los transformadores debe cumplir con lo indicado en (a), (b) o (c) descritos a continuación. Se permite que el dispositivo de protección en el secundario consista de no más de seis interruptores automáticos o no más de seis juegos de fusibles agrupados en un solo lugar. Cuando se usen varios dispositivos contra sobrecorriente, el valor total de todas las capacidades o ajustes de estos dispositivos, no debe exceder el valor que se permite para un solo dispositivo de sobrecorriente. Si se instalan tanto interruptores automáticos como fusibles, el valor total de todas las capacidades o ajustes de estos dispositivos, no debe exceder el valor que se permite para fusibles. Como se usa en esta Sección, la palabra "transformador" significa un transformador o un banco polifásico de dos o más transformadores monofásicos que operen como una unidad.

NOTA 1: Véanse 240-3, 240-21, 240-1 00 para la protección contra sobrecorriente de los conductores.

NOTA 2: Las cargas no lineales pueden incrementar la temperatura en el transformador, sin que su protección de sobrecorriente opere.

a) Transformadores de tensión eléctrica nominal mayor que 600 V

1) **Primario y secundario.** Cada transformador de más de 600 V nominales debe tener dispositivos de protección para el primario y para el secundario, de capacidad o ajuste para abrir a no más de los valores anotados en la Tabla 450-3 (a)(1). Los fusibles que actúen electrónicamente y que puedan ajustarse para abrir con una corriente eléctrica específica, deben ajustarse de acuerdo con el valor de ajuste para los interruptores automáticos.

Excepción 1: Cuando la capacidad nominal del fusible requerido o el ajuste del interruptor automático no corresponda a la capacidad o ajuste normalizado, se permite usar el valor o ajuste normalizado próximo más alto sólo en el primario.

Excepción 2: Como se especifica en (a) (2) a continuación.

TABLA 450-3 (a)(1).- Transformadores de más de 600 V

Máximo ajuste para el dispositivo de protección contra sobrecorriente					
Primario		Secundario			
Más de 600 V		Más de 600 V		600 V o menos	
Impedancia del transformador	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático o capacidad del fusible
No más del 6% Más del 6% y no más del 10%	600% 400%	300% 300%	300% 250%	250% 225%	125% 125%

2) **Instalaciones supervisadas.** Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado proporcionará servicio y controlará la instalación del transformador, se permite que la protección de sobrecorriente sea como se especifica en (a)(2)a.

a. **Primario.** Cada transformador de más de 600 V nominales debe estar protegido por un dispositivo individual de sobrecorriente en el lado del primario. Cuando se usen fusibles, su corriente eléctrica nominal continua no debe exceder 250% de la corriente primaria nominal del transformador. Cuando se usen interruptores automáticos o fusibles con actuadores electrónicos, deben ajustarse a no más de 300% de la corriente primaria nominal del transformador.

Excepción 1: Cuando la capacidad nominal del fusible requerido o el ajuste del interruptor automático no correspondan a la capacidad o ajuste normalizado, se permite la capacidad o ajuste normalizado próximo superior.

Excepción 2: No se requiere un dispositivo individual de sobrecorriente cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito primario proporciona la protección especificada en esta Sección.

Excepción 3: Como se indica en (a) (2) b siguientes.

b. **Primario y secundario.** Un transformador con tensión eléctrica nominal mayor que 600 V, que tenga un dispositivo de sobrecorriente en el secundario, de capacidad o ajuste para abrir no mayor que los valores indicados en la Tabla 450-3(a)(2)b o un transformador equipado con una protección térmica coordinada contra sobrecarga proporcionada por el fabricante, no requiere tener un dispositivo de sobrecorriente individual en la conexión del primario, siempre que el dispositivo de sobrecorriente del alimentador tenga la capacidad o esté calibrado para abrir a un valor de corriente eléctrica no mayor que los valores anotados en la Tabla 450-3 (a)(2)b.

TABLA 450-3 (a)(2)(b).- Transformadores de más de 600 V en lugares supervisados

Máximo ajuste para el dispositivo de protección contra sobrecorriente					
Primario			Secundario		
Más de 600 V			Más de 600V		600 V o menos
Impedancia del transformador	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático o capacidad del fusible
No más de 6%	600%	300%	300%	250%	250%
Más de 6% y no más de 10%	400%	300%	250%	225%	250%

b) **Transformadores de tensión eléctrica de 600 V o menos.** La protección de sobrecorriente de los transformadores de 600 V, nominales o menos, debe cumplir con (1) o (2) siguientes:

1) **Primario.** Cada transformador con tensión eléctrica nominal de 600 V o menos, debe protegerse en el primario con un dispositivo de sobrecorriente individual con capacidad o ajustado a no más de 125% de la corriente primaria nominal del transformador.

Excepción 1: Cuando la corriente primaria nominal de un transformador es de 9 A o mayor y 125% de esta corriente no corresponde a la capacidad nominal de un fusible o de un interruptor automático no ajustable, se permite el valor nominal próximo superior indicado en la Sección 240-6. Cuando la corriente primaria nominal sea menor que 9 A, se permite que la capacidad o el ajuste del dispositivo de sobrecorriente sea de un valor no mayor que 167% de la corriente primaria.

Para corriente primaria nominal menor que 2 A se permite que la capacidad o el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente sea de un valor no mayor que 300%.

Excepción 2: No se requiere un dispositivo de sobrecorriente individual cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito primario proporciona la protección especificada en esta Sección.

Excepción 3: Cuando el transformador esté instalado en un circuito de control de motores, de acuerdo con lo indicado en una de las excepciones de 430-72(c)

Excepción 4: Lo indicado en (b)(2) siguiente.

2) **Primario y secundario.** Un transformador de tensión eléctrica nominal de 600 V o menos, que tenga un dispositivo de sobrecorriente en el secundario, de capacidad o ajuste no mayor que 125% la corriente nominal del

secundario del transformador, no requiere tener un dispositivo de protección individual contra sobrecorriente en el lado del primario, si el dispositivo de sobrecorriente del alimentador primario tiene un valor nominal o está ajustado a un valor de corriente eléctrica no mayor que 250% de la corriente nominal primaria del transformador.

Un transformador con tensión eléctrica nominal de 600 V o menos, equipado con una protección térmica contra sobrecarga coordinada dada por el fabricante y dispuesto para interrumpir la corriente eléctrica primaria, no requiere tener un dispositivo individual de sobrecorriente en el primario, si el dispositivo de sobrecorriente del alimentador primario tiene un valor nominal o se ajusta a un valor de corriente no mayor que seis veces la corriente nominal del transformador, para transformadores con impedancia no mayor que 6%, y no mayor que cuatro veces la corriente nominal del transformador, para transformadores con impedancia mayor que 6% y no más de 10%.

Excepción: Cuando la corriente nominal secundaria de un transformador es de 9 A o mayor y 125% de esta corriente no corresponde a un valor nominal de un fusible o de un interruptor automático no ajustable, se permite escoger el valor próximo superior indicado en la Sección 240-6.

Cuando la corriente nominal del secundario es menor que 9 A, se permite un dispositivo de sobrecorriente de valor nominal o de ajuste no mayor que 167% del valor nominal de la corriente nominal secundaria.

c) **Transformadores de potencial.** Los transformadores de potencial instalados en interiores o encerrados deben protegerse con fusibles primarios.

NOTA: Para la protección de circuitos de instrumentos incluyendo transformadores de potencial, véase 384-32.

450-7. Funcionamiento en paralelo. Los transformadores pueden funcionar en paralelo y conectarse y desconectarse como una unidad, siempre que la protección contra sobrecorriente en cada transformador cumpla con los requisitos indicados en 450-3(a)(1) o 450-3(b)(2).

450-8. Protección. Los transformadores se deben proteger como se indica a continuación:

a) **Protección mecánica.** Deben tomarse todas las medidas para reducir a un mínimo la posibilidad de daño a los transformadores por causas externas, cuando estén expuestos a daño físico.

b) **Envolvente o cubierta.** Los transformadores de tipo seco deben estar dotados de una cubierta o envolvente resistente a la humedad e incombustible, que dé una protección razonable contra la entrada accidental de objetos extraños.

c) **Partes energizadas expuestas.** Los transformadores deben estar instalados de modo que las partes vivas estén resguardadas de acuerdo con lo indicado en 110-17 y 110-34.

d) **Advertencia de la tensión eléctrica.** La tensión eléctrica de operación de las partes vivas expuestas en las instalaciones de transformadores se debe indicar por medio de señales o marcas visibles sobre el equipo o estructuras.

450-9. Ventilación. La ventilación debe ser adecuada para disipar las pérdidas a plena carga del transformador, sin que se produzca un aumento de temperatura que exceda la nominal del transformador.

NOTA: En algunos transformadores pueden presentarse pérdidas adicionales, cuando estén presentes corrientes no senoidales causando un incremento de temperatura dentro del transformador, por arriba de su valor nominal.

Los transformadores con aberturas para ventilación deben instalarse de manera que no sean bloqueados por paredes u otras obstrucciones. Las separaciones necesarias deben estar marcadas claramente en el transformador.

450-10. Puesta a tierra. Las partes metálicas de las instalaciones de transformadores, que no transporten corriente y estén expuestas, incluyendo las cercas, resguardos, etc., se deben poner a tierra en las condiciones y en la forma prevista en el Artículo 250 para equipo eléctrico y para otras partes metálicas expuestas. Para puesta a tierra de cercas metálicas ver además la Sección 921-26.

450-12. Espacio de alambrado para terminales. Debe proporcionarse el espacio para formar curvas, de las guías de línea o en carga del transformador fijo de 600 V o menos, de acuerdo con lo requerido en 373-6. El espacio de alambrado para empalmes torcidos debe estar de acuerdo con lo indicado en la Tabla 370-16 (b).

450-13. Ubicación. Los transformadores y bóvedas de transformadores deben ser fácilmente accesibles al personal calificado para inspección y mantenimiento.

Excepción 1: Los transformadores tipo seco de 600 V nominales o menos, localizados en espacio abierto sobre paredes, columnas o estructuras, no es necesario que estén fácilmente accesibles.

Excepción 2: Los transformadores de tipo seco, de menos de 600 V nominales y que no excedan de 50 kVA, se permiten en espacios huecos de edificios, resistentes al fuego, que no estén permanentemente

cerrados por estructuras, siempre y cuando se reúnan las condiciones de ventilación indicadas en 450-9. Los transformadores instalados de esta manera no se requiere que sean fácilmente accesibles

A menos que sea especificado de otra manera en este Artículo, el término "resistente al fuego" se refiere a una construcción que tenga una resistencia al fuego de una hora como mínimo.

NOTA: La ubicación de los diferentes tipos de transformadores está cubierta en la Parte B del Artículo 450. La ubicación de bóvedas de transformadores está cubierta en 450-41.

450-21. Transformadores de tipo seco instalados en interiores

a) **No mayores a 112,5 kVA.** Los transformadores de tipo seco con una capacidad de 112,5 kVA o menos, instalados en interiores, deben tener una separación no menor que 30 cm de cualquier material combustible.

Excepción 1: Cuando estén separados del material combustible por una barrera resistente al fuego y aislante al calor.

Excepción 2: Transformadores de 600 V nominales o menos y que estén totalmente cerrados, con o sin aberturas de ventilación.

b) **Mayores a 112,5 kVA.** Los transformadores individuales de tipo seco de una capacidad mayor que 112,5 kVA se deben instalar en un cuarto de transformadores resistente al fuego.

Excepción 1: Los transformadores con aislamiento para una elevación de temperatura de 80°C o mayor y separados de cualquier material combustible por una barrera resistente al fuego y aislante del calor, o separados de cualquier material combustible por una distancia no menor 1,80 m horizontalmente y 3,70 m verticalmente.

Excepción 2: Los transformadores construidos con aislamiento para una elevación de temperatura de 80 °C o mayor que estén completamente encerrados, excepto por las aberturas de ventilación.

c) **Mayores de 35 000 V.** Los transformadores de tipo seco para más de 35 000 V se deben instalar en una bóveda que cumpla con la parte **C de este Artículo**.

450-26. Transformadores en aceite instalados en interiores. Los transformadores en aceite deben instalarse en una bóveda construida como se especifica en la Parte C de este Artículo.

Excepción 1: Cuando la capacidad total no excede de 112,5 kVA, las bóvedas de transformadores especificadas en la Parte C de este Artículo pueden estar construidas de concreto reforzado de un espesor no menor que 10 cm.

Excepción 2: Cuando la tensión eléctrica nominal no es mayor que 600 V no se requiere una bóveda, si se han tomado las previsiones necesarias para impedir que el fuego producido por el aceite del transformador se extienda a otros materiales y cuando la capacidad total de transformadores en un lugar no es mayor que 10 kVA, en una sección del inmueble clasificada como combustible; o 75 kVA cuando la estructura que lo rodea es de construcción clasificada como resistente al fuego.

Excepción 3: Los transformadores para hornos eléctricos de una capacidad total no mayor que 75 kVA pueden estar instalados sin bóvedas, dentro de un inmueble o local resistente al fuego, siempre que se hayan tomado las medidas necesarias para impedir que el fuego producido por el aceite pueda extenderse a otros materiales combustibles.

Excepción 4: Los transformadores pueden instalarse en un edificio separado que no cumpla con las disposiciones especificadas en la Parte C de este Artículo, siempre que este edificio o su contenido no presenten peligro de fuego a otros edificios y el edificio citado se use únicamente para el suministro del servicio eléctrico y que su interior sea accesible solamente a personal calificado.

Excepción 5: Se permite el uso de transformadores sumergidos en aceite sin bóveda en equipos portátiles y móviles de minería en superficie (tales como las excavadoras eléctricas), si se satisface cada una de las condiciones siguientes:

- a. Se han tomado las previsiones para el drenaje de las fugas de fluido.
- b. Se provee un medio de salida seguro para el personal.
- c. Se dispone de una barrera de acero de un espesor mínimo de 6,35 mm para protección del personal.

450-27. Transformadores en aceite instalados en exteriores. Los materiales combustibles, los inmuebles y partes de inmuebles combustibles, puertas, ventanas y salida de emergencia para caso de incendio, deben estar resguardadas contra incendios que se originen en los transformadores aislados con aceite, instalados sobre techos, que estén cercanos a, o adyacentes a un inmueble o material combustible.

En casos donde la instalación del transformador presente peligro de incendio deben aplicarse uno o más de los siguientes resguardos según el grado de riesgo involucrado:

- a).- Espacios para aislar del fuego.
- b).- Barreras separadoras resistentes al fuego.
- c).- Sistemas automáticos extinguidores de incendio.
- d).- Confinamientos para contener el aceite en caso de ruptura del tanque del transformador.

Los confinamientos para el aceite deben consistir en diques, brocales, trincheras, depósitos resistentes al fuego para la captación del aceite, deben de estar llenas de bola (de 12 cm a 20 cm), cascajo, tezontle, piedra o materiales similares y estar dotadas de medios para drenar el aceite hacia fosas de captación. La cantidad de aceite debe de tratarse o eliminarse para cumplir con las leyes y normas de ecología.

NOTA - Para los transformadores instalados en postes, estructuras, azoteas, o bajo el nivel del piso o tierra, ver los apéndices B1 y B2.

450-42. Paredes, techos y piso. Las paredes y el techo de las bóvedas deben construirse de materiales que tengan la resistencia estructural adecuada a las condiciones que puedan presentarse y una resistencia mínima al fuego de tres horas.

Los pisos de las bóvedas en contacto con la tierra deben ser de concreto de un espesor mínimo de 10 cm y cuando la bóveda se construya sobre un espacio libre o arriba de otros pisos, el piso debe tener la adecuada resistencia estructural para la carga soportada y una resistencia mínima al fuego de tres horas. Para los propósitos de esta Sección no se permiten construcciones atornilladas ni con paredes de paneles.

NOTA: Una construcción típica que posee una resistencia al fuego de tres horas es una construcción de concreto reforzado de 15 cm de espesor.

Excepción: Se permite la construcción de bóvedas para transformadores de resistencia al fuego de una hora, cuando los transformadores estén protegidos con rociadores automáticos, rociadores de agua, dióxido de carbono o gas halón o equivalente.

450-43. Entradas. Las entradas de las bóvedas deben estar protegidas como sigue:

a) **Tipo de puerta.** Cada espacio que conduzca a una bóveda desde el interior de un inmueble debe estar provisto de una puerta de cierre hermético, de un tipo que tenga una resistencia mínima al fuego de tres horas. Este tipo de puerta debe instalarse en una abertura de una pared exterior, cuando las condiciones lo justifiquen.

Excepción: Se permite la construcción de bóvedas para transformadores de resistencia al fuego de una hora cuando los transformadores estén protegidos con rociadores automáticos, rociadores de agua, dióxido de carbono, gas halón o equivalente.

b) **Murete.** Cada una de las puertas debe proveerse de un murete de altura suficiente para confinar dentro de la bóveda el aceite del transformador de mayor volumen y en ningún caso debe ser menor que 10 cm.

c) **Cerraduras.** Las puertas de entrada deben tener cerraduras y deben mantenerse cerradas. Permitiendo el acceso solamente a personal calificado. Las puertas para el personal deben abrir hacia afuera y estar equipadas con barras de pánico, placas de presión o cualquier medio que las mantenga cerradas, pero que puedan abrirse desde adentro bajo presión simple.

450-45. Abertura de ventilación. Donde lo exija la Sección 450-9, deben proveerse aberturas de ventilación de acuerdo con lo siguiente:

a) **Ubicación.** Las aberturas de ventilación deben ubicarse lo más lejos posible de puertas, ventanas, salidas de incendio y materiales combustibles.

b) **Disposición.** Una bóveda ventilada por circulación natural de aire puede tener la mitad, aproximadamente, del área total de aberturas necesarias para la ventilación en una o más aberturas cerca del suelo y el resto en una o más aberturas en el techo o en las paredes cerca del techo; toda el área que se requiera para la ventilación se permite en una o más aberturas en o cerca del techo.

c) **Tamaño.** En el caso de bóvedas con ventilación natural hacia el exterior, el área neta combinada de todas las aberturas de ventilación, después de restar áreas ocupadas por pantallas, rejillas o celosías, no debe ser menor que 20 cm² por cada kVA de capacidad de los transformadores en servicio, excepto el caso de transformadores de capacidad menor que 50 kVA, donde el área neta no debe ser menor que 10 cm².

- d) **Cubiertas.** Las aberturas de ventilación deben estar cubiertas con pantallas, rejas o celosías de tipo duradero, de acuerdo con las condiciones requeridas para evitar condiciones inseguras.
- e) **Compuertas.** Todas las aberturas de ventilación que den hacia adentro deben estar provistas de compuertas de cierre automático, que sean accionadas al producirse un fuego dentro de la bóveda. Estas compuertas deben tener una resistencia al fuego no menor que 1,5 horas.
- f) **Conductos.** Los conductos de ventilación deben ser de material resistente al fuego.

450-46. Drenaje. Cuando sea factible en las bóvedas que contengan más de 100 kVA de capacidad de transformadores, se debe construir un drenaje u otro medio que evague hacia un depósito especial de confinamiento cualquier acumulación de líquido aislante o agua, a menos que las condiciones del local lo impidan; en este caso, el piso debe tener una inclinación hacia dicho drenaje.

450-47. Tubería y accesorios de agua. Ningún sistema de tubería o conductos extraños a la instalación eléctrica debe entrar o atravesar una bóveda de transformadores. La tubería u otros medios previstos para la protección contra incendios de las bóvedas o para el enfriamiento de los transformadores, no se consideran extraños a la instalación eléctrica.

450-48. Almacenamiento dentro de las bóvedas. No deben almacenarse materiales dentro de las bóvedas de los transformadores.

ARTICULO 500 - AREAS PELIGROSAS (CLASIFICADAS), CLASES I, II Y III, DIVISIONES 1 y 2.

500-3. Generalidades.

- (a) **Clasificación de áreas.** Las áreas se clasifican dependiendo de las propiedades de los vapores, líquidos o gases inflamables, o de polvos o fibras combustibles o de fácil ignición que puedan estar presentes, así como la posibilidad de que se encuentren en cantidades o concentraciones inflamables o combustibles. Cuando los materiales pirofóricos son los únicos usados o manipulados, estas áreas no deben ser clasificadas.

Cada cuarto, sección o área debe ser considerada individualmente al determinar su clasificación.

NOTA 1: Los materiales pirofóricos son aquellos que se inflaman espontáneamente en el aire.

NOTA 2: Ejerciendo un juicio apropiado durante el diseño de las instalaciones eléctricas para áreas peligrosas (clasificadas), frecuentemente es posible situar la mayoría del equipo en áreas menos peligrosas y, por tanto, reducir la cantidad de equipo especial requerido.

- (b) **Documentación.** Todas las áreas designadas como áreas peligrosas (clasificadas) deben estar documentadas por el usuario. Esta documentación debe estar disponible para quienes están autorizados para diseñar, instalar, inspeccionar, mantener u operar el equipo eléctrico en el lugar.

(c) Referencias.

NOTA 1: Para la evaluación de la conformidad de esta norma de Instalaciones Eléctricas las unidades de verificación deben estar familiarizadas con la experiencia de la industria y de la clasificación de las distintas áreas, la ventilación adecuada y la protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y las descargas atmosféricas. Para la clasificación de áreas peligrosas debe realizarse un análisis de cada local, área o sección individualmente, atendiendo a la concentración de los gases, vapores y polvos y a sus características de explosividad. Este análisis debe realizarse bajo supervisión de ingeniería y de expertos en la materia, debidamente calificados. Es responsabilidad del usuario o propietario de las instalaciones que la clasificación de las áreas sea realizada con la mayor precisión.

NOTA 2: Para información adicional sobre la clasificación de áreas peligrosas; clasificación de materiales inflamables; requisitos de instalaciones que por su naturaleza son áreas peligrosas (clasificadas); protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y las descargas atmosféricas en áreas peligrosas (clasificadas); ventilación en áreas peligrosas (clasificadas); sistemas eléctricos para áreas peligrosas (clasificadas) en plataformas marinas petroleras y de gas; véase el apéndice B2.

d) Tubo (conduit) roscado. Todo tubo (conduit) roscado, a los que refiere la presente norma, deben llevar rosca cónica NPT hecha con una máquina de roscar que proporcione una rosca con una conicidad de 1 a 16 (0,625 mm por cada centímetro). El tubo (conduit) debe apretarse con llave, de modo que se evite la producción de chispas en caso de que una corriente eléctrica de falla fluya por el sistema de canalización y, donde sea aplicable, asegurar la integridad del sistema de canalización en caso de explosión o de ignición de polvo.

Para los equipos provistos con rosca métrica, tal entrada debe identificarse como métrica o utilizar adaptadores compatibles aprobados para permitir la conexión con tubo (conduit) con roscado NPT.

NOTA 1: Para información adicional respecto a las especificaciones de entradas con rosca métrica, véase en el apéndice B2.

(e) Conjuntos de cable de fibra óptica. Cuando un conjunto de cable de fibra óptica contenga conductores capaces de conducir corriente, dicho conjunto debe instalarse de acuerdo con los requisitos de los artículos 500, 501, 502 o 503, según sean aplicables.

500-5. Precauciones especiales. Los artículos 500 al 504 requieren que la construcción del equipo y de la instalación garantice un funcionamiento seguro bajo condiciones de uso y mantenimiento adecuados.

NOTA 1: Es importante que los usuarios ejerzan un cuidado mayor que el ordinario con respecto a este tipo de instalaciones y su mantenimiento.

NOTA 2: Las condiciones de bajas temperaturas ambientales requieren una consideración especial. El equipo a prueba de explosión o a prueba de ignición de polvo puede no ser apropiado para usarse en temperaturas menores de -25 °C, a menos que esté aprobado para servicio en bajas temperaturas. Sin embargo, a bajas temperaturas ambientales, pueden no existir concentraciones inflamables de vapores en áreas clasificadas Clase I, División 1, a temperatura ambiente normal.

Excepción: Equipo aprobado para un gas, vapor o polvo específico.

NOTA 1: Esta agrupación está basada en las características de los materiales. El equipo que ha sido aprobado, está disponible para usarse en los diversos grupos de atmósfera.

Clasificación por grupos: Con el propósito de prueba, aprobación y clasificación de un área, se han clasificado mezclas con aire (no enriquecidas con oxígeno) las cuales deberán ser agrupadas de acuerdo con lo indicado en 500-5(a) y 500-5(b).

a) Clasificación por grupos Clase I. Los grupos Clase I deben ser los siguientes:

1) **Grupo A:** Acetileno.

2) **Grupo B:** Gas inflamable, líquido que produzca vapor, o líquido combustible que produzca vapor mezclado con aire que pueda incrementarse o explotar, que tiene un valor de espacio máximo experimental seguro entre juntas menor o igual que 0,45 mm, o una relación de corriente mínima de ignición menor o igual que 0,40.

NOTA: Un material típico de áreas Clase I, Grupo B, es el hidrógeno.

Excepción 1: Se permite usar equipos del Grupo D en atmósferas con butadieno si todos los tubos (conduit) que llegan hasta el equipo a prueba de explosión están equipados con sellos a prueba de explosión instalados a una distancia no mayor que 450 mm del envolvente.

Excepción 2: Se permite usar equipos del Grupo C en atmósferas que contengan Alil glicidilo éter, n-butilo glicidilo éter, óxido de etileno, óxido de propileno y acroleína, si todos los tubos (conduit) que llegan hasta el equipo a prueba de explosión están equipados con sellos a prueba de explosión instalados a una distancia no mayor que 450 mm del envolvente.

3) G

Grupo C: Gas inflamable, líquido inflamable que produzca vapor, o líquido combustible que produzca vapor mezclado con aire que pueda incendiarse o explotar, que tiene un valor de espacio máximo experimental seguro entre juntas mayor que 0,45 mm y menor o igual que 0,75 mm o una relación de corriente mínima de ignición mayor que 0,40 y menor o igual que 0,80.

NOTA: Un material típico de áreas Clase I, Grupo C, es el etileno.

4) Grupo D: Gas inflamable, líquido inflamable que produzca vapor, o líquido combustible que produzca vapor mezclado con aire que pueda incendiarse o explotar que tiene un valor de espacio máximo experimental seguro entre juntas mayor que 0,75 mm o una relación de corriente mínima de ignición mayor que 0,80.

NOTA: Un material típico de áreas Clase I, Grupo D es el propano.

Excepción: Para atmósferas que contengan amoniaco, se permite reclasificar el área a una menos peligrosa o a una absolutamente no peligrosa.

NOTA 1: Para información adicional sobre las propiedades y clasificación por grupos de los materiales de Clase I, véase el apéndice B2.

NOTA 2: Las características de explosión de la mezcla de aire con gases o vapores, varían de acuerdo con el tipo de material involucrado. Para áreas Clase I, Grupos A, B, C y D, la clasificación involucra determinar la máxima presión de explosión y la máxima distancia de seguridad entre las juntas de unión de la envolvente. Entonces, es necesario que el equipo esté aprobado no sólo para esta clase, sino también para un grupo específico de gas o vapor que pueda estar presente.

NOTA 3: Algunas atmósferas químicas pueden tener características que requieren salvaguardas mayores, que aquéllas requeridas por cualquiera de los grupos antes mencionados. El bisulfuro de carbono es uno de estos productos químicos, debido a su baja temperatura de ignición (100 °C) y al pequeño intersticio de la junta permitido para detener su flama.

NOTA 4: Para información adicional de la clasificación de áreas con atmósfera de amoniaco, véase el apéndice B2.

b) Clasificación por grupos Clase II. Los grupos Clase II deben ser los siguientes:

1) **Grupo E:** Atmósferas que contengan polvos metálicos combustibles, incluyendo aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales y otros polvos combustibles, donde el número de partículas, su abrasividad y conductividad, presenten peligro similar en la utilización del equipo eléctrico.

NOTA: Ciertos polvos metálicos pueden tener características que requieren salvaguardas mayores, a aquellas para atmósferas que contienen polvos de aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales. Por ejemplo, los polvos de circonio, torio y uranio tienen temperaturas de ignición extremadamente bajas (tan bajas como 20 °C) y energías de ignición mínimas menores que cualquier otro material clasificado en cualquiera de los grupos de Clase I o de Clase II.

2) **Grupo F:** Atmósferas que contengan polvos carbonosos, combustibles con más del 8% del total de partículas volátiles atrapadas o que han sido sensibilizados por otros materiales, de tal manera que presenten peligro de explosión.

NOTA 1: Ejemplos de polvos carbonosos, son los polvos de carbón negro de humo, carbón vegetal y coque.

NOTA 2: Para información adicional para el método de prueba para materiales volátiles en el análisis de muestras para carbón vegetal y coque, véase el apéndice B2.

3) **Grupo G:** Atmósferas que contengan polvos combustibles tales como harina, granos, madera, plástico y químicos, no incluidos en los grupos E o F.

NOTA 1: Para información adicional sobre la clasificación por grupos de los materiales de Clase II, véase el apéndice B2.

NOTA 2: Las características de explosión de las mezclas de aire con polvo, varían de acuerdo con los materiales involucrados. Para áreas Clase II, grupos E, F y G, la clasificación involucra ajuste, apriete o estrechez de las uniones o juntas de ensamble y el intersticio de la flecha para prevenir la entrada de polvos en envolventes a prueba de ignición de polvo, el efecto de acumulación de las capas de polvo sobre el equipo, que puede causar sobrecalentamiento y la temperatura de ignición del polvo. Entonces, es necesario que el equipo sea aprobado no sólo para esta clase, sino también para el grupo específico del polvo que esté presente.

NOTA 3: Ciertos polvos pueden requerir precauciones adicionales debido a fenómenos químicos que pueden resultar en la generación de gases combustibles.

NOTA 4: Para información adicional de las áreas de manejo de carbón, véase el apéndice B2.

c) Aprobación para Clases y propiedades. Independientemente de la clasificación del área en donde estén instalados, los equipos que dependen de un solo sello de compresión, diafragma, o tubería para prevenir la entrada de fluidos combustibles o inflamables al equipo, deben ser aprobados para áreas Clase I, División 2.

Excepción: El equipo instalado en áreas Clase I, División 1 debe estar aprobado para áreas División 1.

NOTA 1: Para requerimientos adicionales véase 501 -5(f)(3).

El equipo debe estar aprobado no sólo para la clase del área, sino también para las propiedades explosivas, combustibles o de ignición del gas, vapor, polvo, fibra o partículas volátiles, específicos que estén presentes. Además, el equipo Clase I no debe tener ninguna superficie expuesta que opere a una temperatura que exceda de la temperatura de ignición del gas o vapor específico.

El equipo Clase II no debe tener una temperatura externa más alta que la especificada en 500-5(f). El

equipo Clase III no debe exceder las temperaturas máximas superficiales especificadas en 503-1.

El equipo aprobado para un área clasificada como División 1 puede ser instalado en un área clasificada como División 2 de la misma clase y grupo.

El equipo de uso general, o equipo instalado en envolventes de uso general permitidos en los artículos 501 al 503, se puede instalar en áreas División 2, si el equipo, bajo condiciones normales de operación, no constituye una fuente de ignición.

A menos que se especifique otra cosa, se debe asumir que las condiciones normales de operación para motores son las de funcionamiento constante a plena carga.

Cuando haya o pueda haber presentes, al mismo tiempo, gases inflamables y polvos combustibles, se debe considerar la presencia simultánea de ambos elementos para establecer la temperatura de operación segura del equipo eléctrico.

NOTA 2: Las características de las distintas mezclas atmosféricas de gases, vapores y polvos dependen del material específico involucrado.

d) **Marcado.** El equipo aprobado debe marcarse para indicar la clase, el grupo y la temperatura de operación o intervalo de temperatura con referencia a una temperatura ambiente de 40 °C.

Excepción 1: No se requiere que lleven marcada la temperatura o intervalo de temperatura de funcionamiento los equipos que no generen calor, como las cajas de empalme, tubo (conduit) y herrajes, y los que produzcan calor con una temperatura máxima no mayor que 100 °C.

Excepción 2: No se requiere que los luminarios fijos marcados exclusivamente para lugares Clase I, División 2 o Clase II, División 2, lleven marcado el grupo.

Excepción 3: No se requiere que los equipos fijos de propósito general en lugares Clase I, que no sean luminarios fijos, que sean aceptables para utilizarse en lugares Clase I, División 2, lleven marcada la clase, grupo, división o temperatura de funcionamiento.

Excepción 4: No se requiere que los equipos fijos herméticos al polvo distintos de los luminarios fijos, que son aceptables para su uso en lugares Clase II, División 2 y Clase III lleven marcada la clase, grupo, división o temperatura de funcionamiento.

Excepción 5: Los equipos eléctricos adecuados para funcionar a temperatura ambiente superiores a 40 °C deben ir marcados con la temperatura ambiente máxima y además con la temperatura o intervalo de temperatura de funcionamiento a esa temperatura ambiente.

NOTA 1: El equipo que no esté marcado para indicar una división específica, o marcado "División 1" o "Div. 1", se considera adecuado para áreas División 1 y 2. El equipo marcado "División 2" o "Div. 2" se considera adecuado únicamente para áreas División 2.

Cuando en el marcado se proporciona la temperatura de operación o intervalo de temperatura, ésta debe indicarse por medio de los números de identificación, mostrados en la Tabla 500-5(d).

Los números de identificación marcados sobre las placas de datos de equipo, deben estar de acuerdo con lo indicado en la Tabla 500-5(d).

TABLA 500-5(d).- Números de identificación

Temperatura máxima °C	Número de identificación
450	T1
300	T2
280	T2A
260	T2B
230	T2C
215	T2D
200	T3
180	T3A
165	T3B
160	T3C
135	T4
120	T4A
100	T5
85	T6

Los equipos aprobados para Clase I y Clase II deben estar marcados con la temperatura máxima segura de operación, que se determina por medio de la exposición simultánea a las combinaciones de las condiciones Clase I y Clase II.

NOTA 2: Debido a que no existe una relación directa y consistente entre las propiedades de explosión y la temperatura de ignición, ambas propiedades se consideran requisitos independientes.

e) **Temperatura Clase I:** La temperatura marcada, según lo especificado en (d) anterior, no debe exceder la temperatura de ignición del gas o vapor específico que se pueda encontrar en el área.

NOTA: Para información adicional sobre las temperaturas de ignición de gases y vapores, así como en áreas de procesos químicos, véase el apéndice B2.

f) **Temperatura Clase II.** La temperatura marcada, según lo especificado en (d) anterior, debe ser menor que la temperatura de ignición del polvo específico que pueda encontrarse. Para los polvos orgánicos que se puedan deshidratar o carbonizar, la temperatura de marcado no debe exceder de la temperatura de ignición o 165 °C.

NOTA: Para información adicional sobre las temperaturas de ignición mínimas de polvos específicos, véase el apéndice B2.

La temperatura de ignición para la cual estaban anteriormente aprobados los equipos para este requisito, es como se indica en la Tabla 500-5(f).

TABLA 500-5(f).- Temperatura de ignición

Equipo que no está sujeto a sobrecarga		Equipo que puede sobrecargarse, tal como motores o transformadores	
Clase II Grupo	°C	Operación normal °C	Operación anormal °C
E	200	200	200
F	200	150	200
G	165	120	165

500-6. Locales específicos. Los artículos 510 al 517 cubren requisitos para los siguientes locales: garajes, estacionamientos comerciales, talleres de servicio y reparación para vehículos automotores; hangares de aviación; gasolineras y estaciones de servicio; plantas de almacenamiento a granel; procesos de aplicación por rociado, por inmersión y recubrimiento y centros para el cuidado de la salud.

500-7. Areas Clase I. Las áreas Clase I son aquellas en las cuales están o pueden estar presentes en el aire, gases o vapores inflamables en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables. Las áreas Clase I, deben incluir aquellas especificadas en los incisos (a) y (b) descritos a continuación.

a) **Clase I, División 1.** Un área Clase I División 1 es aquella:

(1) en donde, bajo condiciones normales de operación, puede haber concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables, o

(2) en donde frecuentemente, debido a labores de reparación, mantenimiento o, a fugas, puede haber concentraciones inflamables de tales gases o vapores, o

(3) en donde debido a fallas o mal funcionamiento de equipos o procesos, pueden liberarse concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables, y pueden también causar simultáneamente una falla en el equipo eléctrico, que provoque que éste se comporte como una fuente de ignición.

NOTA 1: Esta clasificación generalmente incluye las áreas siguientes:

(1) las áreas donde se transfieren, de un recipiente a otros, líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables;

(2) los interiores de las cabinas pulverizadoras de pintura y áreas cercanas a donde se realizan operaciones de pintura y rociado con uso de disolventes volátiles inflamables;

(3) las áreas que contienen tanques abiertos o tanques de líquidos volátiles inflamables;

(4) los locales para el secado o los compartimentos para la evaporación de disolventes inflamables;

(5) los locales que contienen equipo para la extracción de grasas y aceites que usan disolventes volátiles inflamables;

(6) las secciones de las plantas de limpieza y teñido donde se utilizan líquidos inflamables;

(7) los cuartos de los generadores a gas y otras secciones de las plantas manufactureras de gas donde puede haber fugas de gases inflamables;

(8) los cuartos de bombas de gases inflamables o líquidos volátiles inflamables que estén inadecuadamente ventilados;

(9) el interior de los refrigeradores y congeladores que almacenen materiales volátiles inflamables en recipientes abiertos, ligeramente tapados o que se puedan romper fácilmente; y

(10) todas las demás áreas donde puedan ocurrir, concentraciones combustibles de vapores o de gases inflamables, durante el transcurso de su operación normal.

NOTA 2: En algunas áreas de División 1 se pueden presentar concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables, continuamente o por largos períodos de tiempo. Algunos ejemplos incluyen:

(1) el interior de envolventes con respiraderos inadecuados que contienen instrumentos, que normalmente descargan gases inflamables o vapores al interior del envolvente;

(2) el interior de tanques con respiraderos (venteos) que contengan líquidos volátiles inflamables;

(3) el área entre el interior y el exterior de secciones del techo de un tanque de techo flotante que contenga fluidos volátiles inflamables;

(4) áreas inadecuadamente ventiladas dentro de procesos de rociado y recubrimiento que utilizan fluidos volátiles inflamables;

(5) interiores de ductos de extracción utilizados para ventilar concentraciones de gases o vapores inflamables.

La experiencia ha demostrado que es prudente evitar la instalación de instrumentos u otro equipo eléctrico en la totalidad de estas áreas particulares. Cuando esto no pueda evitarse, debido a que es esencial para el proceso y donde no sea factible hacer la instalación en otras áreas (véase 500-3 NOTA), debe utilizarse equipo eléctrico o de instrumentación aprobados para la aplicación específica o que sean sistemas intrínsecamente seguros como se describe en el artículo 504.

b) **Clase I, División 2.** Un área Clase I, División 2, es aquella:

(1) en donde se manejen, procesan o se usan líquidos volátiles inflamables o gases inflamables, pero en donde normalmente los líquidos, vapores, o gases, están confinados dentro de recipientes cerrados o sistemas cerrados de donde ellos pueden escapar sólo en el caso de una ruptura accidental o avería de los recipientes o sistemas, o en el caso de una operación anormal del equipo; o

(2) en donde concentraciones combustibles de gases o vapores son normalmente evitados por medio de una ventilación mecánica forzada (positiva). Estos pueden convertirse en peligrosa por la falla o por la operación anormal del equipo de ventilación; o

(3) que el área se encuentre adyacente a un área Clase I División 1, hacia donde pueden llegar ocasionalmente concentraciones combustibles de gases o vapores, a menos que la vía de comunicación se evite por medio de un adecuado sistema de ventilación de presión positiva de una fuente de aire limpio y se disponga de dispositivos adecuados para evitar las fallas del sistema de ventilación.

NOTA 1: Esta clasificación generalmente incluye áreas donde se usen líquidos volátiles inflamables o gases o vapores inflamables, pero que pueden volverse peligrosos solamente en caso de accidente o de alguna condición de operación inadecuada. Los factores que merecen consideración al determinar la clasificación y la extensión de cada área, son la cantidad de material inflamable que puede escaparse, en caso de accidente, la suficiencia del equipo de ventilación, el área total involucrada y el historial de la industria o empresa con respecto a explosiones o incendios.

NOTA 2: No se considera que la tubería sin válvulas, los puntos de inspección, los medidores y dispositivos similares, pueden generalmente causar condiciones de peligro, aun al usarse líquidos o gases inflamables. Las áreas utilizadas para el almacenamiento de líquidos inflamables o gases licuados o comprimidos dentro de recipientes sellados, no se consideran normalmente peligrosas, a menos que estén sujetas también a otras condiciones peligrosas.

NOTA 3: Para información adicional sobre líquidos combustibles y flamables, así como gas licuado, véase el apéndice B2.

500-8. Areas Clase II. Las áreas Clase II, son aquellas peligrosas debido a la presencia de polvos combustibles. Las áreas Clase II deben incluir aquellas especificadas en (a) y (b) que se enuncian a continuación:

a) **Clase II, División 1.** Un área Clase II, División I es un lugar:

1) En el cual bajo condiciones normales de operación hay polvo combustible en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o fácil ignición; o

2) En el cual una falla mecánica o un funcionamiento anormal de una maquinaria o equipo puede causar explosión o producir mezclas explosivas o fácil ignición, y puede haber una fuente de ignición debido a una falla simultánea del equipo eléctrico, la operación de dispositivos de protección, o por otras causas; o

3) En donde pueden estar presentes polvos combustibles eléctricamente conductores en cantidades peligrosas.

NOTA: Los polvos combustibles eléctricamente no conductores incluyendo los polvos producidos en el manejo de granos y productos de los granos, azúcar pulverizada y cacao, huevo seco y leche en polvo, pastas, especias pulverizadas, almidones y pastas, papas y harinas, harinas producidas de frijoles y semillas, heno seco, aserrín u otros materiales orgánicos que pueden producir polvos combustibles durante su procesamiento o manejo. Solamente los polvos del grupo E son considerados eléctricamente conductores para el propósito de la clasificación. Los polvos que contienen magnesio o aluminio son particularmente peligrosos, y deben manejarse con extrema precaución para evitar su ignición y explosión.

b) Clase II, División 2. Un área Clase II, División 2, es aquella donde:

(1) En el que normalmente no hay polvo combustible en el aire en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o fácil ignición y en el que la acumulación de polvo normalmente 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 inusual mal funcionamiento de los equipos de manejo o de proceso y

(2) En que las acumulaciones de polvo combustible sobre, dentro o en la proximidad del equipo eléctrico, pueden ser suficientes para interferir con la disipación segura de calor del equipo eléctrico, o pueden ser combustibles por la operación anormal o falla del equipo eléctrico.

NOTA 1: Los factores que deben considerarse para establecer la clasificación de un área y que puedan dar como resultado un área no clasificada, son entre otros, la cantidad de polvo combustible que puede estar presente y los sistemas adecuados para remover el polvo.

NOTA 2: Cuando productos tales como semillas se manejan de modo que produzcan bajas cantidades de polvo, pero la cantidad depositada de éste, puede justificar su clasificación.

500-9. Areas Clase III. Las áreas Clase III son aquellas peligrosas debido a la presencia de fibras o partículas volátiles de fácil ignición, pero en las cuales es poco probable que dichas partículas permanezcan en suspensión en suficientes cantidades para producir mezclas de fácil ignición. Las áreas Clase III deben incluir aquellas especificadas en (a) y (b), descritas a continuación.

a) Clase III, División 1. Un área Clase III División I es aquella donde se manejan, manufacturan o utilizan fibras de fácil ignición o materiales que producen partículas volátiles combustibles.

NOTA 1: Estas áreas generalmente incluyen algunos sitios que utilizan rayón, algodón y otros textiles; en las plantas manufactureras y procesadoras de fibras que son combustibles; desmotadoras de algodón y plantas trituradoras de semillas de algodón, plantas procesadoras de lino; plantas manufactureras de ropa, plantas de madera y establecimientos e industrias involucradas en procesos o condiciones peligrosas similares.

NOTA 2: Entre las fibras de fácil ignición y partículas volátiles se encuentran las de rayón, algodón (incluyendo las fibras de residuo de algodón desmotado y desperdicios de algodón), henequén, ixtle, yute, cáñamo, fibra de coco, estopa, desperdicio de lana, de ceiba, musgo español, virutas de maderas y otros materiales de similar naturaleza.

b) Clase III, División 2. Un área Clase III, División 2, es aquella donde se almacenan o manejan fibras de fácil ignición, en procesos diferentes de los de manufactura.

ARTICULO 501 - AREAS CLASE I

501-2. Transformadores y capacitores

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, los transformadores y capacitores deben cumplir con lo siguiente:

1) **Cuando contengan líquido inflamable.** Los transformadores y capacitores que contengan líquido combustible se deben instalar únicamente en bóvedas aprobadas que cumplan con las Secciones 450-41 a 450-48 y además:

(a) no debe haber puertas ni otra abertura de comunicación entre la bóveda y el área División 1; y

- (b) debe haber ventilación suficiente para expulsar continuamente los gases o vapores inflamables; y
 - (c) las aberturas o ductos de ventilación deben conducir a un lugar seguro fuera de la construcción, y
 - (d) los ductos y aberturas de ventilación deben ser de una sección suficiente para disminuir las presiones de explosión dentro de la bóveda; y todas las partes de los ductos de ventilación dentro de la edificación deben ser de concreto reforzado.
- 2) **Cuando no contengan líquido inflamable.** Los transformadores y capacitores que no contengan líquido inflamable deben instalarse en bóvedas de acuerdo con lo indicado en los requisitos de la Sección 501-2(a)(1) anterior o estar aprobados para áreas Clase I,
- b) **Clase I, División 2.** En las áreas Clase I, División 2, los transformadores y capacitores deben cumplir con las Secciones 450-2-1 a 450-27.

501-3. Medidores, instrumentos y relevadores

- a) **Clase I, División 1.** En las áreas Clase I, División 1, los medidores, instrumentos y relevadores, incluyendo kilowatímetros, transformadores de instrumento, resistencias, rectificadores y válvulas termoiónicas, deben estar en envolventes aprobados para áreas Clase I División 1.

Los envolventes aprobados para áreas Clase I, División 1, incluyen envolventes a prueba de explosión, y envolventes purgados y presurizados.

- b) **Clase I, División 2.** En las áreas Clase I, División 2, los medidores, aparatos de medición y relevadores deben cumplir con lo siguiente:

1) Contactos. Los desconectadores, interruptores automáticos, así como los contactos de cierre y apertura de los pulsadores, relevadores, sirenas, y campanas de alarma, deben tener envolventes aprobados para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con la Sección 501-3(a) anterior.

Excepción: Se permiten envolventes de uso general si los contactos de interrupción de corriente eléctrica, están:

a. S

umergidos en aceite.

- b. Encerrados en una cámara herméticamente sellada contra la entrada de gases o vapores.
- c. En circuitos no incendiarios; o
- d. Son parte de un componente no incendario aprobado.

2) Resistencias y equipo similar. Las resistencias, dispositivos con resistencias, válvulas termoiónicas, rectificadores y equipo similar, usados en conexión o dentro de aparatos de medición, instrumentos y relevadores, deben cumplir con Sección 501-3(a) anterior.

Excepción: Se permiten envolventes de uso general, si estos equipos no tienen contactos de cierre y apertura o deslizantes, que no sean los previstos, en la Sección 501-3(b)(1) anterior y si la temperatura máxima de operación de cualquier superficie expuesta no excede de 80% de la temperatura de ignición (°C), del gas o vapor involucrado, o se pruebe y se encuentre incapaz de provocar la ignición de dicho gas o vapor. Esta excepción no aplica a tubos termoiónicos.

3) Sin contactos de cierre o apertura. Los devanados de los transformadores, las bobinas de impedancia, los solenoides y otros devanados que no lleven contactos deslizantes o de cierre y apertura, pueden estar en envolventes de uso general.

4) Ensamblés de uso general. Cuando un ensamble está formado por componentes para los cuales son aceptables los envolventes de uso general, según las Secciones 501-3(b)(1), 501-3(b)(2) y 501-3(b)(3) anteriores, se puede aceptar una envolvente única de uso general para todos ellos, si dicho ensamble comprende algunos de los equipos descritos en la Sección 501-3(b)(2) anterior, debe indicarse clara y visiblemente en la parte externa del envolvente, la temperatura máxima a que puede llegar cualquiera de los componentes. Como alternativa se permite marcar el equipo aprobado para indicar la temperatura máxima para la cual está aprobado, usando los números de identificación de la Tabla 500-5(d).

5) Fusibles. Donde se permitan envolventes o cajas de uso general, según las Secciones 501-3(b)(1), 501-3(b)(2), 501-3(b)(3) y 501-3(b)(4) anteriores, los fusibles para protección contra sobrecorriente de los circuitos de instrumentos, no sujetos a sobrecarga bajo uso normal, pueden montarse en envolventes de uso general, si cada fusible es precedido por un desconectador que cumpla con la Sección 501-3(b)(1) anterior.

6) Conexiones. Para facilitar el reemplazo, los instrumentos de control de procesos pueden conectarse por medio de cordones flexibles, clavijas y receptáculos si se cumplen todas las condiciones que siguen:

- (1) se tenga un desconectador que cumpla con lo previsto en la Sección 501-3(b)(1) anterior, para que la interrupción no se haga en la clavija; y
- (2) la corriente eléctrica no es mayor que 3 A en 120 V o 127 V nominal; y
- (3) el cordón de alimentación no debe ser mayor que 90 cm, si es de un tipo aprobado para uso extrarrudo o, para uso rudo si está protegido por su ubicación, y se alimenta a través de una clavija y receptáculo de tipo de retención mecánica con conexión de puesta a tierra; y
- (4) solamente se instalan los receptáculos necesarios; y
- (5) cada receptáculo lleva un letrero que indique "no desconectar bajo carga".

501-4. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en los incisos (a) y (b) que se enuncian a continuación:

a) Clase I, División 1

(1) Alambrado fijo. Las áreas Clase I, División 1, se deben alambrar en tubo (conduit) metálico tipo pesado; semipesado o cables tipo MI con accesorios terminales aprobados para esos lugares. Todas las cajas, accesorios y uniones deben tener conexiones roscadas para la unión del tubo (conduit) o terminales de cables y deben ser a prueba de explosión. Las uniones roscadas deben entrar por lo menos con cinco roscas completamente introducidas. Los cables tipo MI se deben instalar y apoyar de modo que se eviten esfuerzos de tensión en los accesorios terminales.

Excepción 1: Se permite usar tubo(conduit) rígido no metálico que cumpla con lo indicado en el artículo 347, cuando esté encofrado en concreto con espesor de 50 mm, y con una cobertura mínima de 600 mm medida desde la parte superior del tubo (conduit) hasta el nivel del suelo. Se permite omitir el encoframiento de concreto cuando esté sujeto a las disposiciones de la sección 511-4 excepción; 514-8 excepción y sección **515-5(a)**.

Cuando se utilice tubo (conduit) rígido no metálico, se debe usar tubo (conduit) pesado o tubo (conduit) semipesado roscado de acero para los últimos 600 mm del tramo subterráneo hasta que salga de la tierra o hasta el punto de conexión con la canalización que vaya sobre el terreno. Se debe incluir un conductor de puesta a tierra de los equipos para dar continuidad eléctrica al sistema de canalizaciones y para poner a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente.

Excepción 2: En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que únicamente personal calificado realiza el servicio de instalación, se permite el uso de cable tipo MC, aprobado para áreas Clase I, División 1, con cubierta continua de aluminio corrugado hermético al gas y vapor, con cubierta exterior de material polimérico adecuado, conductores de puesta a tierra separados, de acuerdo con lo indicado en **250-95**, y suministrado con accesorios terminales aprobados para la aplicación específica.

NOTA: Véase 334-3 y 334-4 para restricciones en el uso del cable tipo MC.

Excepción 3: En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que solamente personal calificado atenderá las instalaciones, se permite el uso de cable tipo ITC aprobado para uso en lugares Clase I, División 1, con una cubierta continua de aluminio corrugado hermética al gas y al vapor, cubierta exterior adecuada de material polimérico y suministrado con accesorios terminales aprobados para la aplicación específica.

(2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, como en terminales de motor, se deben usar accesorios flexibles aprobados para áreas Clase I.

Excepción: Se permite cordón flexible instalado como se indica en 501-11.

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I División 2, el método de alambrado empleado debe ser en tubo (conduit) pesado o semipesado roscado, tubo (conduit) intermedio de acero roscado, electroductos sellados, ductos metálicos sellados, o cables tipo PLTC, de acuerdo con lo indicado en el artículo 725, o con cable tipo ITC en soporte tipo charola para cables, en sistemas de canalizaciones sostenidas por un cable mensajero, o directamente enterrado cuando el cable esté aprobado para este uso, cables tipos MI, MC, MV o TC usando accesorios terminales aprobados . Se permite instalar cables tipo ITC, PLTC, MI, MC, MV o TC en soportes para cables tipo de charola, y de tal manera que se eviten los esfuerzos de tensión mecánica en los accesorios terminales. Las cajas, accesorios y uniones no necesitan ser a prueba de explosión, salvo lo requerido en 501-3(b)(1), 501-6(b)(1) y 501-14(b)(1). Cuando se requiera flexibilidad limitada, como en las terminales de motores se deben usar accesorios metálicos flexibles, tubo (conduit) metálico flexible con accesorios aprobados, tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios adecuados, tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados, cordón flexible aprobado para uso extra rudo y provisto de accesorios aprobados. El cordón flexible debe tener un conductor adicional para puesta a tierra.

NOTA: Véase 501-16 (b), requerimientos para puesta a tierra cuando se usa tubo (conduit) flexible.

Excepción: Se permite el alambrado en circuitos no incendiarios usando cualquiera de los métodos de instalación para áreas normales.

501-5. Sellado y drenado. Los sellos en tubo (conduit) y en sistemas de cables deben cumplir con los requisitos dados a continuación desde (a) a (f). El compuesto sellador debe ser del tipo aprobado para las condiciones y uso. Se debe aplicar compuesto sellador a los accesorios terminales de los cables tipo MI para excluir humedad o algún otro fluido en el aislamiento del cable.

NOTA 1: Se deben proveer sellos en tubo (conduit) y en cables para minimizar el paso de gases y vapores e impedir el paso de llamas de una parte de la instalación eléctrica a otra a través del tubo (conduit). El paso de vapores a través del cable tipo MI se evita en forma inherente gracias a su construcción. A menos que estén específicamente diseñados y probados para tal propósito, los sellos de tubo (conduit) y cables no están diseñados para impedir el paso de líquidos, gases o vapores bajo una presión diferencial continua a través del sello. Aunque haya diferencias de presión a través del sello equivalente a algunos kPa, puede existir un paso lento de gas o vapor a través del sello y a través de los conductores que atraviesan el sello; véase **501-5(e)(2)**. Las temperaturas extremas y los líquidos y vapores, altamente corrosivos pueden afectar la eficacia de los sellos para cumplir la función asignada; véase 501-5(c)(2).

NOTA 2: Las fugas de gas o vapor y la propagación de llamas pueden ocurrir a través de los intersticios entre los hilos de los conductores trenzados de tamaño nominal no-mayores a 33,6 mm² (2 AWG). Los conductores de construcciones especiales, por ejemplo, de hilos compactados o el sellado individual de los hilos, es el medio para reducir las fugas y evitar la propagación de la flama.

a) **Sellos en tubo (conduit), áreas Clase I, División 1.** En las áreas Clase I, División 1, se deben localizar los sellos como sigue:

(1) En cada tramo de tubo (conduit) que entra en una envoltura a prueba de explosión en donde: (a) dicha envoltura contenga aparatos tales como desconectador, interruptores automáticos, fusibles, relevadores 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 (b) la entrada tenga un tamaño de 50 mm o más y el envoltura contenga terminales, empalmes o derivaciones. Para los propósitos de esta Sección, debe considerarse como alta temperatura cualquiera que exceda el 80% de la temperatura de autoignición en grados Celsius, del gas o vapor presente.

Excepción de (a)(1)(a). El tubo (conduit) que entra en un envoltura en donde los descontadores, interruptores automáticos, fusibles, relevadores o las resistencias están:

- a. Encerrados dentro de una cámara sellada herméticamente contra la entrada de gases o vapores; o
- b. Sumergidos en aceite, de acuerdo con lo especificado en 501-6(b)(1)(b); o
- c. Encerrados en una cámara a prueba de explosión sellada de fábrica en una envoltura aprobada para el área, y marcado como "sellado de fábrica" o su equivalente.

No debe considerarse que los envolventes sellados en fábrica sirven como sello para otro envolvente adyacente a prueba de explosión que debe tener un sello de tubo (conduit).

Los sellos de tubo (conduit) deben instalarse a una distancia máxima de 450 mm del envolvente. Entre el accesorio de sellado y el envolvente a prueba de explosión sólo se permite uniones a prueba de explosión, coples, reductores, codos, codos con casquillo y cajas de paso similares a los tipos en L, en T y en cruz que no sean más grandes que el tamaño comercial del tubo (conduit).

(2) En cada entrada de tubo (conduit) en un envolvente presurizado, en donde el tubo (conduit) no está presurizado como parte del sistema de protección. Los sellos de tubo (conduit) deben instalarse a una distancia no mayor que 450 mm del envolvente presurizado.

NOTA 1: La instalación del sello lo más cerca posible del envolvente reduce problemas con el purgado del espacio de aire muerto en el tubo (conduit) presurizado.

NOTA 2: Para información adicional sobre aplicaciones de presurización, véase el apéndice B2.

3) Cuando en dos o más envolventes a prueba de explosión, se requieren sellos tubo (conduit) de acuerdo con lo indicado en (a)(1) estando unidos por niples o por tramos de tubo (conduit) a una longitud no mayor que 900 mm, es suficiente colocar un solo sello en cada niple o tramo de tubo (conduit), si tal sello no dista más de 450 mm de cada envolvente.

(4) En cada tramo de tubo (conduit) que sale de un área peligrosa Clase I, División 1, se permite colocar el sello en cualquier lado del límite de dicha área, a no más de 3 m del límite, pero debe estar diseñado e instalado de tal forma que minimice la cantidad gas o vapor que pueda entrar al tubo (conduit) dentro del área División 1, y se comunique por el tubo (conduit) más allá del sello. En el tramo comprendido entre el sello del tubo (conduit) y el punto en el que el tubo (conduit) sale de la área peligrosa Clase I, División 1, no debe haber uniones, coples,

caja o accesorio en el tubo (conduit), excepto las reducciones aprobadas a prueba de explosión en el sello del tubo (conduit).

Excepción: El tubo (conduit) metálico que pase a través de un área Clase I, División 1, sin uniones, acoplamientos, cajas o accesorios, sin accesorios a menos de 300 mm de cada límite, no necesita estar sellado, siempre que los puntos de terminación del tubo (conduit) continuo estén en áreas no clasificadas.

b) Sellos en tubo (conduit), áreas Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, los sellos en tubo (conduit) se deben localizar como sigue:

1) En las conexiones con envolventes que deben ser a prueba de explosión, debe colocarse un sello de tubo (conduit), de acuerdo con las Secciones 501-5(a)(1)(a) y 501-5(a)(3) anteriores. Todos los tramos de tubo (conduit) o tubos cortos (nipples) comprendidos entre el sello y la envolvente deben cumplir con el artículo 501-4 (a).

2) En cada tramo de tubo (conduit) que pase de un área peligrosa Clase I, División 2, a una no peligrosa, el sello puede colocarse en cualquiera de los lados del límite entre las dos áreas a una distancia no mayor que 3 m de dicho límite, y debe diseñarse e instalarse de tal forma que minimice la cantidad de gas o vapor que pueda entrar al tubo (conduit) dentro del área División 2, y se comunique por el tubo (conduit) más allá del sello. Se debe usar tubo (conduit) metálico rígido o tubo (conduit) metálico semipesado de acero roscado entre el sello y el punto en que el tubo (conduit) sale del área División 2, y debe usarse una conexión roscada en el sello. No debe haber unión, caja o accesorio en el tubo (conduit) a excepción de las reducciones aprobadas a prueba de explosión en el sello, entre el sello y el punto en que el tubo (conduit) sale del área clasificada División 2.

Excepción 1: Tubo (conduit) metálico continuo que pase a través de un área Clase I, División 2, sin uniones, acoplamientos, cajas o accesorios, sin accesorios a menos de 300 mm de cada límite, no necesita estar sellado, siempre que los puntos de terminación del tubo (conduit) estén en áreas no clasificadas.

Excepción 2: Tubo (conduit) que termine en un área no-clasificada, en donde se utilizó un método de alambrado de transición como se hace en soporte tipo charola para cables, electroductos, canalizaciones prealambreadas, ducto ventilado, cable tipo MI o alambrado al descubierto, no requiere sello cuando pasa de un área Clase I, División 2, a una no-clasificada. Las áreas no clasificadas deben ser áreas exteriores, o se permite en interiores si el sistema de tubo (conduit) se encuentra en un solo cuarto. El tubo (conduit) no debe terminar en una envolvente que contenga una fuente de ignición bajo condiciones normales de operación.

Excepción 3: Un tubo (conduit) que pase a través de un envolvente o cuarto que no es clasificado como resultado de la aplicación de presurización hacia una área Clase I, División 2, no requiere un sello en el límite del área.

NOTA: Para información adicional sobre aplicaciones de presurización, véase el apéndice B2.

Excepción 4: Los segmentos de tubo (conduit) expuestos, no requieren ser sellados cuando pasen a través de un área Clase I, División 2 a una no-clasificada si se reúnen las siguientes condiciones:

a. Ninguna parte del segmento del tubo (conduit) que pase a través del área Clase I, División 1 contiene uniones, cajas o accesorios dentro de 300 mm del área Clase I, División 1; y

b. El segmento del tubo (conduit) está localizado por completo en áreas exteriores; y

c. El segmento del tubo (conduit) no está directamente conectado a bombas provistas de diafragma, conexiones de proceso o servicio para medidas de análisis de presión o caudal, 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;

d. El segmento del tubo (conduit) contiene únicamente tubo (conduit) metálico roscado, uniones, reducciones, cajas de paso y accesorios en las áreas no-clasificadas.

e. El segmento del tubo (conduit) está sellado a la entrada de cada terminal de las envolventes o alojamiento de los accesorios, empalmes o derivaciones en áreas Clase I, División 2.

c) Clase I, Divisiones 1 y 2. Donde se requieran sellos en áreas Clase I, Divisiones 1 y 2, éstos deben cumplir con lo siguiente:

1) **Accesorios.** Las envolventes para conexiones o para equipo deben estar provistas de medios integrales aprobados para sellar, o se deben utilizar accesorios de sellos aprobados para áreas Clase I. Los accesorios de los sellos deben ser accesibles.

2) **Compuesto sellador.** El compuesto sellador debe estar aprobado para ese uso y debe proveer un sellado hermético contra el paso de gases o vapores. El compuesto no debe alterarse por la atmósfera o por los líquidos que lo rodean y no debe tener un punto de fusión menor que 90 °C.

3) **Espesor del compuesto.** El espesor del compuesto sellador en un sello terminado no debe ser menor que el diámetro del accesorio sellador y, en ningún caso, menor que 16 mm.

Excepción: Los accesorios aprobados para el sello de cables no requieren tener un espesor mínimo igual que el diámetro del accesorio sellador.

4) Empalmes y derivaciones. No se permiten empalmes o derivaciones en los accesorios destinados sólo a sellar con compuesto sellador, ni se debe poner compuesto sellador en ningún accesorio en el cual se hagan empalmes o derivaciones.

5) Ensamblés. En un ensamblé donde algún equipo que pueda producir arcos, chispas, o altas temperaturas, esté localizado en un compartimento separado de otro donde haya empalmes y derivaciones, y un sello integral es provisto donde los conductores pasan de un compartimento a otro, el ensamblé completo debe estar aprobado para áreas Clase I. En áreas Clase I, División 1, deben proveerse sellos en las entradas de tubo (conduit) a compartimentos que tengan empalmes o derivaciones, cuando sea requerido por la Sección 501-3(a)(1)(b) anterior.

6) Por ciento de ocupación de cables. El área de la sección transversal de los conductores permitidos en un sello, no debe exceder del 25% del área de la sección transversal interior del tubo (conduit) del mismo tamaño nominal a menos que sea específicamente aprobado para porcentajes de ocupación mayores.

d) Sellado de cables en áreas Clase I, División 1. En áreas Clase I, División 1, el sellado de cables debe ser localizado como se indica a continuación:

1) El cable debe ser sellado en todas sus terminales. El sello debe cumplir con (c) anterior. Los cables multiconductores tipo MC con cubierta continua de aluminio corrugado hermético a gas y a vapor y cubierta exterior de material polimérico adecuado, deben ser sellados con un accesorio aprobado después de ser removida la cubierta y cualquier otro recubrimiento, a fin de que el compuesto sellador rodee cada conductor individualmente aislado, de tal manera que minimice el paso de gases y vapores.

Excepción: No se requiere remover el material de la pantalla de los cables con pantalla, ni la separación de los pares en cables con pares torcidos, siempre y cuando 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.

2) Los cables con cubierta hermética a gas y a vapor, capaz de transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable, se deben sellar en el área peligrosa División 1, después de retirar la cubierta y cualquier otro recubrimiento de manera que el compuesto sellador cubra a cada conductor individual, así como a la cubierta exterior del conjunto.

Excepción: Los cables multiconductores con cubierta continua hermética a gas y vapor capaces de transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable pueden permitirse y considerarse como un solo conductor por el sello del cable en la tubería dentro de 45 cm de la caja y de la terminación del cable con la caja, por los medios aprobados para minimizar la entrada de gases o vapores y evitar la propagación de la llama dentro del núcleo del cable o por otros métodos aprobados. Para cables con pantalla y cables con pares torcidos, no se requiere remover el material de la pantalla o separar los pares del cable.

3) Cada cable multiconductor en tubo (conduit) debe ser considerado como un conductor sencillo si el cable es incapaz de transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable. Estos cables deben sellarse de acuerdo con lo indicado en el inciso (a) anterior.

e) Sellado de cables en áreas Clase I, División 2. En áreas Clase I, División 2, los sellos de cables se deben colocar como sigue:

1) Los cables que entran en envolventes que requieran ser aprobadas para áreas Clase I, deben sellarse en el punto de entrada. El sello debe cumplir con (b)(1) anterior. Los cables multiconductores con una cubierta continua hermética a gas y a vapor, capaces de transmitir gases o vapores a través del núcleo deben sellarse con un accesorio aprobado para área División 2 después de quitar la cubierta y cualquier otro recubrimiento, de manera que el compuesto sellador rodee cada conductor individual y que reduzca el paso de gases y vapores. Los cables multiconductores en tubo (conduit) deben sellarse como se indica en (d) anterior.

Excepción 1: No se exige sello en el límite para los cables que pasen desde una envolvente o cuarto no clasificados como resultado de una presurización tipo Z, hasta un lugar de Clase I, División 2.

Excepción 2: En cables blindados y cables de pares trenzados no se exige remover el material de blindaje de los cables blindados o el separador de los pares trenzados, siempre que la terminación este hecha por medios aprobados para reducir al mínimo la entrada de gases o vapores y evitar la propagación de llama dentro del núcleo del cable.

2) Los cables con cubierta continua hermética a gas y a vapor y que no transmitan gases o vapores a través del núcleo, en exceso de la cantidad permitida para los dispositivos de sellado, no requieren sellarse, excepto por lo indicado en (1) anterior; la longitud mínima de ese tramo de cable no debe ser menor que la longitud que

limita el flujo de gas o vapor a través del núcleo del cable a una relación permitida para los dispositivos de sellado de 200 cm³/h de aire a una presión de 1,5 kPa.

NOTA 1: El núcleo del cable no incluye los intersticios entre los hilos del conductor.

NOTA 2: Para información adicional sobre accesorios y cajas de salidas para uso áreas peligrosas (clasificadas), véase el apéndice B2.

3) Los cables con una cubierta continua hermética a gas y a vapor, capaz de transmitir gas o vapores a través del núcleo del cable, no se requiere que sean sellados excepto como se indica en (e)(1) anterior, a menos que el cable esté unido a dispositivos o equipo de proceso que puedan causar un exceso de presión de 1,5 kPa que se ejerza en la terminal del cable, en cuyo caso se debe proveer un sello, barrera, u otro medio para impedir la propagación de flama dentro de un área sin clasificar.

Excepción: Los cables con cubiertas que no se rompan, herméticas al gas y al vapor y que pasen de manera continua de un área Clase I, División 2, podrán instalarse sin sellos.

4) Los cables que no tengan una cubierta continua hermética a gas y a vapor, se deben sellar en los límites de la División 2 y las áreas clasificadas no-peligrosas, de tal manera que minimice el paso de gases y vapores al área no-peligrosa.

NOTA: La protección mencionada en las Secciones 501-5(d) y 501-5(e) anteriores puede ser de material metálico o no metálico.

f) Drenado

1) **Equipo de control.** Donde exista la posibilidad de que líquidos u otros vapores condensados puedan ser atrapados dentro de envolventes para el equipo de control, o en cualquier punto del sistema de canalización, deben proveerse medios apropiados para evitar la acumulación o para permitir un drenaje periódico de tales líquidos o vapores condensados.

2) **Motores y generadores.** Donde se juzgue que existe la posibilidad de que se produzcan acumulaciones de líquidos u otros vapores condensados dentro de motores o generadores, deben disponerse las uniones y tubo (conduit) de manera que se reduzca al mínimo la entrada de líquido en ellos. Cuando se juzgue necesario, los medios para evitar la acumulación o para permitir un drenaje periódico, éstos deben venir incorporados de fábrica y se consideran como parte integral de la máquina.

3) **Conexiones para bombas selladas, para procesos, o servicio y similares.** En las bombas selladas, conexiones para procesos para flujo, presión o análisis de medida y similares, que tienen un solo sello de compresión, diafragma o tubo para evitar que los fluidos combustibles o inflamables entren a la canalización eléctrica o sistemas de cables de la instalación eléctrica, capaces de transmitir fluidos, debe instalarse un sello o una barrera u otro medio adicional aprobado para evitar que los fluidos combustibles o inflamables entren a la canalización eléctrica, o sistemas de cables, más allá de los dispositivos o medios adicionales, si falla el sello primario.

El sello adicional aprobado o la barrera y la envolvente de conexión deben reunir las condiciones de temperatura y presión a las cuales están sujetas en caso de falla del sello primario, a menos que se proporcionen otros medios aprobados para cumplir el propósito anterior.

Deben proveerse los drenes, respiraderos u otros medios, de manera que las fugas del sello primario sean evidentes.

NOTA: Véanse notas en 501-5.

501-6. Desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles

a) **Clase I, División 1.** En las áreas Clase I, División 1, los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y los fusibles, incluyendo las estaciones de botones, relevadores y dispositivos similares deben estar en envolventes y, en cada caso el conjunto de la envolvente y los aparatos encerrados, deben estar aprobados como un ensamble completo para uso en áreas Clase I.

b) **Clase I, División 2.** Los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y los fusibles instalados en áreas Clase I, División 2, deben cumplir con 501-6(b)(1) hasta 501 -6(b)(4):

1) **Tipo requerido.** Los medios de desconexión, controladores de motores e interruptores automáticos, destinados para interrumpir la corriente eléctrica durante su funcionamiento normal, deben estar contenidos en envolventes aprobados para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con lo indicado en 501-3 (a), a menos que se instalen en envolventes de uso general y aplique cualquiera de las siguientes condiciones:

(a) La interrupción de la corriente eléctrica ocurra dentro de la cámara herméticamente sellada que evite la entrada de gases y vapores.

(b) Los contactos de cierre o apertura sean de uso general y estén sumergidos en aceite por lo menos 5 cm, para los de potencia, y 2,5 cm para los de control.

(c) La interrupción de corriente eléctrica ocurra dentro de una cámara a prueba de explosión sellada de fábrica, aprobada para esa área.

(d) El dispositivo sea de estado sólido y el control de interrupción no tenga contactos, donde la temperatura superficial no exceda 80% la temperatura de ignición (°C) del gas o vapor involucrado.

2) Desconectadores, separadores (de aislamiento). Pueden instalarse en envolventes de uso general, los desconectadores con o sin fusibles y los fusibles y los desconectadores separadores para transformadores o para bancos de capacitores que no estén destinados para interrumpir la corriente eléctrica durante el funcionamiento normal para el cual han sido instalados.

3) Fusibles. Los fusibles de cartucho o de tapón para la protección de motores, aparatos, lámparas y otros dispositivos como los que se indican en (b)(4) siguiente, pueden utilizarse si se colocan en envolventes aprobados para el área donde se instalen. También pueden utilizarse fusibles en envolventes de uso general, si están aprobados para el uso y son del tipo en el cual el elemento de operación se encuentra sumergido en aceite u otro líquido aprobado, o si el elemento de operación está encerrado en una cámara herméticamente sellada contra la entrada de gases y vapores o el fusible es del tipo limitador de corriente eléctrica, con filamento inmerso en arena y sin indicador.

4) Fusibles internos para luminarios. Se permiten los fusibles de cartucho aprobados, como protección suplementaria dentro de los luminarios.

501-8. Motores y generadores

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotatorias deben cumplir con cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Aprobados para áreas Clase I, División 1.

(2) De tipo completamente cerrado y con ventilación de presión positiva desde una fuente de aire limpio y con descarga a un área segura, dispuesta para impedir que la máquina se energice hasta que la ventilación haya sido estabilizada y la envolvente haya sido purgada con aire limpio por al menos diez veces el volumen del aire y con un dispositivo que desenergice el equipo automáticamente en caso de falla del sistema de ventilación.

(3) De tipo totalmente cerrado lleno de gas inerte con una fuente adecuada y segura de gas inerte para presurizar la envolvente, suministrada con dispositivos para asegurar una presión positiva en la envolvente y con un dispositivo que desconecte el equipo automáticamente si falla la alimentación del gas.

(4) De un tipo diseñado para estar inmerso en un líquido que sólo es inflamable en caso de estar vaporizado y mezclado con el aire, o en un gas o vapor a una presión mayor que la atmosférica y el cual sólo es inflamable cuando se mezcla con aire; la máquina debe estar dispuesta para impedir que se energice mientras no haya sido purgada con el líquido o gas para sacar el aire y se desenergice automáticamente el equipo, en caso de falla de suministro del líquido, gas o vapor y cuando la presión de éstos se reduzca hasta la atmosférica.

Los motores totalmente cerrados de los tipos (2) y (3) no deben tener ninguna superficie externa a una temperatura de operación mayor que 80% la temperatura de ignición en grados Celsius (°C), del gas o vapor involucrado. Deben proporcionarse dispositivos apropiados para detectar cualquier incremento de temperatura del motor más allá del límite de diseño y que desenergicen automáticamente al motor o hagan operar una alarma adecuada. El equipo auxiliar debe ser del tipo aprobado para el área en la cual es instalado.

NOTA: Para información adicional sobre el procedimiento de prueba de motores, ver el apéndice B2.

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotatorias en las que se utilicen contactos deslizantes, o mecanismos de desconexión centrífuga o de otro tipo de mecanismos de desconexión (incluyendo los dispositivos de sobrecorriente, sobrecarga y sobrecalentamiento del motor), o dispositivos resistores integrados al motor, ya sea durante el arranque o en marcha, deben estar aprobados para áreas Clase I, División 1, a menos que tales contactos deslizantes, mecanismos de conexión y desconexión y dispositivos resistores, estén en envolventes aprobadas para áreas Clase I, División 2, de acuerdo con lo indicado en 501-3(b). La superficie expuesta de calentadores de ambiente, utilizados para evitar la condensación de humedad durante períodos de falla, no debe exceder 80% la temperatura de ignición en grados Celsius (°C) del gas o del vapor involucrado cuando operen a tensión eléctrica nominal, y la máxima temperatura superficial (basada en temperatura ambiente de 40 °C) debe marcarse de forma permanente en una placa visible sobre el motor. De lo contrario, los calentadores deben estar aprobados para áreas Clase I, División 2.

En áreas Clase I, División 2, se permite el empleo de motores abiertos o cerrados que no sean a prueba de explosión, tales como motores de inducción de jaula de ardilla, siempre y cuando no tengan escobillas, mecanismos de conexión y desconexión, u otros dispositivos similares que produzcan arcos eléctricos; aunque no estén identificados para Clase I, División 2.

N

OTA 1: Es importante considerar la temperatura de superficies internas y externas que puedan estar expuestas a atmósferas inflamables.

NOTA 2: Es importante considerar el riesgo de ignición debido a las corrientes de arco eléctrico a través de discontinuidades y de sobrecalentamiento de las partes en envolventes de sección múltiple de los motores y generadores de gran capacidad. Tales motores y generadores pueden requerir puentes de unión equipotenciales entre las uniones de la envolvente y de la envolvente a tierra. Cuando la presencia de gases o vapores incendiables estén en suspensión, puede ser necesario purgar con aire limpio antes y durante los períodos de arranque.

501-9. Luminarios. Los luminarios deben cumplir con (a) o (b) siguientes:

a) **Clase I, División 1.** En las áreas Clase I, División 1, los luminarios deben cumplir con lo siguiente:

1) **Luminarios aprobados.** Cada luminario debe estar aprobado como un ensamble completo para áreas Clase I, División 1, y tener claramente marcada la potencia máxima de las lámparas, en watts, para las cuales están aprobadas. Los luminarios portátiles deben aprobarse específicamente como un ensamble completo para este uso.

2) **Daño físico.** Cada luminario debe protegerse contra daño físico por medio de una guarda adecuada o por su propia ubicación.

3) **Luminarios colgantes.** Los luminarios colgantes deben suspenderse y alimentarse por medio de tramos de tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado y las uniones roscadas deben llevar tornillos de fijación (prisioneros) u otros medios efectivos para impedir que se aflojen. Los tubos de longitud mayor que 30 cm deben fijarse de manera efectiva y permanente para impedir desplazamientos laterales con medios efectivos a no más de 30 cm por arriba del extremo inferior del tramo del tubo, o bien se les debe dar la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para áreas Clase I, División 1, colocado a no más de 30 cm del punto de sujeción a la caja o al accesorio de soporte.

4) **Soportes.** Las cajas, ensambles de cajas o accesorios utilizados para el soporte de luminarios deben estar aprobados para áreas Clase I.

b) **Clase I, División 2.** En las áreas Clase I, División 2, los luminarios deben cumplir con lo siguiente:

1) **Equipo portátil de iluminación.** Los equipos portátiles de iluminación deben cumplir con lo previsto en el inciso anterior (a)(1).

Excepción: Se permite un equipo de iluminación portátil montado sobre soportes móviles y conectado por medio de cordones flexibles como se especifica en 501-11, y que además cumplan con 501-9(b)(2) siguiente.

2) **Luminarios fijos.** Los luminarios para alumbrado fijo deben protegerse contra daño físico por medio de guardas apropiadas o por su propia ubicación. Cuando haya peligro de chispas o de metal caliente provenientes de las lámparas o luminarios que puedan provocar la ignición de concentraciones localizadas de gases o vapores inflamables, es preciso proveer envolventes adecuadas u otros medios efectivos de protección. Cuando las lámparas son del tipo o tamaño que en condiciones normales de operación, puedan alcanzar temperaturas superficiales que excedan 80% de la temperatura de ignición en grados Celsius (°C), del gas o vapor involucrados, los luminarios deben cumplir con (a)(1) anterior, o ser de un tipo que haya sido probado para determinar el marcado de la temperatura de operación o Clase de temperatura.

3) **Luminarios colgantes.** Los luminarios colgantes deben suspenderse y alimentarse por medio de tramos de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o por otros dispositivos aprobados. Los tubos de longitud mayor que 30 cm deben fijarse de manera efectiva y permanente para impedir desplazamientos laterales, con medios adecuados a no más de 30 cm por arriba del extremo inferior del tramo del tubo, o bien se les debe dar la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado y colocado a no más de 30 cm del punto de sujeción a la caja o al accesorio de soporte.

4) **Desconectadores.** Los desconectadores que formen parte de un luminario ensamblado o de un portalámparas individual deben cumplir con lo indicado en 501-6 (b)(1).

5) **Equipo de arranque.** El equipo de arranque y control de las lámparas de descarga debe cumplir con lo indicado en 501-7(b).

Lunes 13 de marzo de 2006

DIARIO OFICIAL

(Quinta Sección) 171

Excepción: Los protectores térmicos incorporados en los balastros para lámparas fluorescentes protegidos térmicamente si el luminario está aprobado para áreas de esta Clase y División.

501 -1 0. Equipo de utilización

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, todo equipo de utilización debe estar aprobado para uso en áreas Clase I, División 1.

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, todo equipo de utilización debe cumplir con lo siguiente:

1) Calentadores. El equipo de utilización calentado eléctricamente debe cumplir con cualquiera de las condiciones siguientes:

a. El calentador no debe exceder 80% de la temperatura de ignición (°C) del gas o del vapor involucrado, en cualquier superficie que esté expuesta al gas o al vapor cuando el equipo está continuamente energizado a la máxima temperatura ambiente. Si no se provee un controlador de temperatura, estas condiciones se deben aplicar cuando el calentador es operado a 120% de su tensión eléctrica nominal.

Excepción 1: Para los calentadores de ambiente contra la condensación con motor montado, véase la Sección 501 -8(b).

Excepción 2: Se utiliza un dispositivo limitador de corriente eléctrica en el circuito del calentador para limitar su corriente a valores menores que los requeridos para elevar la temperatura superficial del calentador al 80% de la temperatura de ignición.

b. El calentador debe estar aprobado para áreas Clase I, División 1. **Excepción:** La resistencia eléctrica del calentador se ha aprobado para áreas Clase I, División 2.

2) Motores. Los motores de accionamiento de equipo de utilización deben cumplir con lo indicado en 501-8(b).

3) Desconectadores, interruptores automáticos y fusibles. Los desconectadores, interruptores automáticos y fusibles deben cumplir con lo indicado en 501-6(b).

501 -11. Cordones flexibles Clase I, Divisiones 1 y 2. Se permite el uso de cordones flexibles para hacer conexiones entre luminarios portátiles y otros equipos portátiles de utilización a la parte fija de su circuito de alimentación. Se permite el uso de cordones flexibles en aquella sección del circuito donde los métodos fijos de instalación indicados en 501 -4(a) no pueden proporcionar el grado de movimiento necesario para equipo eléctrico de utilización fijo y móvil, en un establecimiento industrial donde las condiciones de mantenimiento y servicio de ingeniería aseguren que únicamente personal calificado instala y da servicio a las instalaciones, y el cordón flexible es protegido por su ubicación o por guardas para evitar daño. El cordón flexible debe ser continuo. Cuando se use el cordón flexible, debe:

- (1) ser de un tipo aprobado para uso extra rudo;
- (2) contener adicionalmente a los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra que cumpla con la Sección 400-23;
- (3) estar conectado a las terminales o a los conductores de alimentación de manera apropiada;
- (4) estar soportado por abrazaderas u otros medios adecuados, de manera que no se ejerza tensión mecánica sobre las terminales de conexión;
- (5) estar provisto de sellos adecuados donde el cordón flexible entra a la caja, accesorio o envolvente del tipo a prueba de explosión.

Excepción: Lo previsto en 501-3(b)(6) y 501-4(b).

Las bombas eléctricas sumergibles que tienen medios de extracción, sin entrar al foso húmedo, deben considerarse equipo de utilización portátil. Se permite la extensión del cordón flexible dentro de una canalización adecuada entre el foso húmedo y la fuente de alimentación.

Los mezcladores eléctricos diseñados para entrar y salir de tanques de mezclado de tipo abierto o tinas, deben ser considerados equipo portátil de utilización.

NOTA: Véase la Sección 501-13 para cordones flexibles expuestos a líquidos que tengan un efecto deteriorante sobre el aislamiento del conductor.

501 -12. Receptáculos y clavijas, Clase I, Divisiones 1 y 2. Los receptáculos y clavijas deben ser de un tipo que provean la conexión al conductor de puesta a tierra de un cordón flexible y debe estar aprobado para el área.

Excepción: Como es previsto en la Sección 501-3(b)(6).

501-13. Aislamiento de los conductores, Clase I, Divisiones 1 y 2. Cuando los vapores o líquidos condensados puedan depositarse sobre el aislamiento de los conductores, o entren en contacto con él, dicho aislamiento debe ser del tipo aprobado para dichas condiciones, o estar protegido por una cubierta de plomo u otro medio aprobado. El aislamiento de los conductores debe ser aprobado como resistente a la gasolina y al aceite.

501 -1 4. Sistemas de señalización, alarmas, control remoto y comunicaciones

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, todos los aparatos y equipos de los sistemas de señalización, alarmas, control remoto y comunicaciones, cualquiera que sea su tensión, deben estar aprobados para áreas Clase I, División 1 y todo el alambrado debe cumplir con lo indicado en las Secciones 501-4(a) y 501-5(a) y 501-5(c).

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, los sistemas de señalización, alarmas, control remoto y comunicaciones deben cumplir con lo siguiente:

1) **Contactos.** Los desconectadores, interruptores automáticos, y contactos de cierre y apertura de estaciones de botones, relevadores, campanas y sirenas, deben estar en envolventes aprobadas para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con lo indicado en 501-3(a).

Excepción: Se permiten envolventes de uso general si los contactos de interrupción de corriente eléctrica son alguno de los siguientes:

- a. Sumergidos en aceite; o
- b. Encerrados en cámaras herméticamente selladas contra la entrada de gases o vapores; o
- c. En circuitos no incendiarios; o
- d. Parte de un componente no incendiario aprobado.

2) **Resistencias y equipo similar.** Las resistencias, dispositivos resistentes, tubos termoiónicos, rectificadores y equipo similar, deben cumplir con 501-3(b)(2).

3) **Protecciones.** Se deben proveer envolventes para los dispositivos de protección contra descargas por rayos. Se permite que tales envolventes sean del tipo de uso general.

4) **Alambrado y sellado.** Todo el alambrado debe cumplir con las Secciones 501-4(b) y 501-5(b) y 501-5(c).

501 -1 6. Puesta a tierra, Clase I, Divisiones 1 y 2. El alambrado y equipo para áreas Clase I, Divisiones 1 y 2, deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 y con los incisos siguientes:

a) **Unión.** Para propósitos de unión no se debe depender de contactos con conector, tuerca y contratuerca, sino que se deben usar puentes de unión con accesorios adecuados u otros medios de unión aprobados. Tales medios de unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envolventes y similares que intervengan entre las áreas Clase I y el punto de puesta a tierra para el equipo de acometida o el punto de puesta a tierra de un sistema derivado separadamente.

Excepción: Los medios específicos de unión solamente se requieren en el punto de puesta a tierra del medio de desconexión del edificio, tal como se indica en las Secciones 250-24(a), 250-24(b) y 250-24(c), considerando que la protección de los circuitos derivados está localizada en el lado de los medios de desconexión de la carga.

NOTA 1: Véase 250-78 para requerimientos adicionales de unión en áreas clasificadas como peligrosas.

NOTA 2: Para un sistema de puesta a tierra, el punto de puesta a tierra mencionado en la excepción es el punto donde el conductor del circuito de puesta a tierra es conectado al electrodo del conductor de puesta a tierra.

b) **Tipos de conductores para puesta a tierra de equipo.** Cuando se utilice tubo (conduit) metálico flexible o metálico flexible hermético a los líquidos como se permite en 501-4(b), y se dependa de ellos para completar una trayectoria exclusiva para puesta a tierra de equipo, deben ser instalados con puentes de unión internos o externos en paralelo con cada tubo (conduit) y cumplir con lo indicado en 250-79.

Excepción: En las áreas Clase I, División 2, el puente de unión se puede suprimir cuando se cumplen las condiciones siguientes:

a. Cuando se use tubo (conduit) metálico flexible hermético a líquidos aprobado, de una longitud de 1,80 m o menos, con accesorios aprobados para puesta a tierra.

- b. La protección contra sobrecorriente en el circuito se limite a 10 A o menos.
- c. La carga no sea carga de potencia (fuerza).

ARTICULO 502 - AREAS CLASE II

502-2. Transformadores y capacitores

a) **Areas Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, los transformadores y capacitores deben cumplir con lo siguiente:

1) **Cuando contienen líquido que pueda quemarse.** Los transformadores y capacitores que contengan líquido combustible deben instalarse solamente en bóvedas aprobadas que cumplan con lo indicado en 450-41 a 450-48 y además cualquiera de los siguientes que puedan aplicarse:

(a) Las puertas u otras comunicaciones abiertas con el área División 1, deben tener puertas contra fuego que se cierren automáticamente a ambos lados de la pared, ajustadas cuidadosamente y dotadas de sellos adecuados (tales como bandas contra la intemperie) para reducir al mínimo la entrada de polvo a la bóveda.

(b) Las aberturas y ductos de ventilación se deben comunicar sólo con el aire exterior, y

(c) Disponer de válvulas adecuadas de descarga de sobrepresión en comunicación con el aire exterior.

2) **Cuando no contienen líquido que pueda quemarse.** Los transformadores y los capacitores que no contengan líquido combustible deben:

(1) instalarse en bóvedas que cumplan con lo indicado en 450-41 a 450-48, o

(2) ser de un tipo aprobado para áreas Clase II como un ensamble completo, incluyendo sus terminales de conexión para áreas Clase II.

3) **Polvos metálicos.** Ningún transformador o capacitor deben instalarse en donde puedan estar presentes polvos de magnesio, aluminio, partículas de bronce-aluminio, u otros metales de características peligrosas similares.

) **Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, los transformadores y capacitores deben cumplir con lo siguiente:

1) **Cuando contienen líquido combustible.** Los transformadores y capacitores que contengan un líquido combustible, deben instalarse en bóvedas que cumplan con lo indicado en 450-41 a 450-48.

2) **Cuando contienen askarel.** Véase 450-25.

3) **Transformadores de tipo seco.** Los transformadores de tipo seco se deben instalar en bóvedas, o deben tener sus devanados y terminales de conexión encerrados en cajas metálicas herméticas sin ventilación o alguna otra abertura y operar a tensiones eléctricas nominales que no excedan de 600 V.

502-4. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con lo siguiente:

a) **Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División I, la instalación debe hacerse con un tubo (conduit) metálico roscado tipo pesado o semipesado o con cable Tipo MI y accesorios terminales aprobados para estas áreas. El cable Tipo MI debe ser instalado y soportado de manera que se eviten esfuerzos en los accesorios.

Excepción: En establecimientos industriales con acceso restringido al público se permite, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que únicamente personal calificado da servicio a las instalaciones, cable tipo MC, aprobado para su uso en áreas Clase II, División 1, con cubierta continua de aluminio corrugado hermético al gas y al vapor, con cubierta exterior de material polimérico adecuada, con conductores para puesta a tierra separados de acuerdo con lo indicado en 250-95, y provisto con accesorios terminales para la aplicación específica.

1) **Accesorios y cajas.** Los accesorios y cajas deben estar provistos con entradas roscadas para la conexión al tubo (conduit) o a las terminales del cable. Deben tener tapas estrechamente ajustadas, sin aberturas (tales como huecos para tornillos de fijación) a través de las cuales pueda entrar polvo o escapar chispas o material en combustión. Los accesorios y cajas en los que se hacen derivaciones, uniones o conexiones terminales o que se usan en áreas donde haya polvo combustible eléctricamente conductor, deben ser del tipo aprobado para áreas Clase II.

2) Conexiones flexibles. Donde sea necesario emplear conexiones flexibles, se deben usar conectores flexibles herméticos al polvo, tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos, con accesorios aprobados o cordón flexible aprobado para uso extra rudo y con accesorios.

Cuando se utilicen cordones flexibles, deben cumplir con lo indicado 502-12. Donde las conexiones flexibles están expuestas a condiciones corrosivas o al aceite, el aislamiento de los cables debe ser de un tipo aprobado para ello, o estar protegido por una cubierta adecuada.

NOTA: Véase 502-16 (b) para requerimientos de puesta a tierra cuando se use tubo (conduit) flexible.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, debe utilizarse tubo (conduit) metálico roscado tipo pesado o semipesado, canalizaciones herméticas al polvo, cable tipo MC o MI con accesorios terminales aprobados o cables tipo PLTC, ITC, en soportes tipo charola para cable, o cables MC, MI o TC en soportes tipo charola, escalera o canal ventilado, en una sola capa con un espacio entre dos cables adyacentes no menor que el diámetro del cable de mayor diámetro.

Excepción 1: en la instalación de circuitos no incendiarios se permite usar cualquiera de los métodos de alambrado para áreas no clasificadas.

Excepción 2: En áreas Clase II División 1, se permite la instalación de cable aprobado Tipo MC sin los requerimientos de espacio arriba mencionados.

1) Canalizaciones, accesorios y cajas. Las canalizaciones metálicas con tapa y los accesorios y cajas en las cuales se realicen derivaciones, uniones o conexiones terminales se deben diseñar para reducir al mínimo la entrada de polvo, y además:

(1) estar provistos de tapas telescópicas o bien ajustadas o de otro medio efectivo para impedir el escape de chispas o material en combustión, y

(2) no tener aberturas (tales como huecos para tornillos de fijación); a través de las cuales puedan escapar chispas o material en combustión después de instalados, o se pueda provocar la ignición de materiales combustibles cercanos.

2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario hacer conexiones flexibles deben aplicarse los requisitos de la Sección 502-4(a)(2) anterior.

502-5. Sellado Clase II, Divisiones 1 y 2. Cuando una canalización comunica a una envolvente que sea a prueba de ignición de polvo con otro que no lo sea, deben tomarse medios adecuados para impedir el paso del polvo a través de la canalización al interior de la envolvente a prueba de ignición de polvo. Uno de los siguientes medios debe emplearse:

(1) la colocación de un sello permanente y efectivo;

(2) un tramo horizontal de la canalización de longitud no menor que 3 m, o

(3) una canalización de longitud no menor que 1,5 m y que baje verticalmente de la envolvente a prueba de ignición de polvo.

Cuando una canalización comunica entre una envolvente que debe ser a prueba de ignición de polvo y una de un área no clasificada, no se requiere de sellos.

Los accesorios del sellado deben ser accesibles.

Los sellos no requieren ser a prueba de explosión.

NOTA: La masilla para el sellado eléctrico es un método de sellado.

502-6 Desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y los fusibles deben cumplir con lo siguiente:

1) **Tipo requerido.** Los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles, incluyendo los pulsadores, relevadores y dispositivos similares instalados para interrumpir el paso de la corriente eléctrica durante el funcionamiento normal y que se instalen donde pueda haber polvo combustible de naturaleza eléctricamente conductora, deben estar en envolventes aprobados a prueba de ignición de polvo.

2) **Desconectadores separadores (de aislamiento).** Los desconectadores separadores y de desconexión que no tienen fusibles destinados a interrumpir la corriente eléctrica y que no estén instalados donde pueda haber polvos eléctricamente conductores, deben estar dentro de envolventes metálicas herméticas, diseñadas para reducir al mínimo la entrada de polvo y además deben:

(1) estar equipados con tapas telescópicas o bien ajustadas, o con otros medios eficaces para impedir el escape de chispas de materiales en combustión, y

(2) no tener aberturas (tales como huecos para tornillos de fijación) a través de los cuales puedan escaparse después de la instalación chispas o materiales en combustión que puedan encender acumulaciones exteriores de polvo o de materiales combustibles contiguos.

3) **Polvos metálicos.** En áreas donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio, partículas de bronce-aluminio, o de otros metales de características peligrosas similares, los fusibles, los desconectadores, interruptores automáticos y controladores de motores deben estar contenidos en envolventes aprobadas específicamente para tales áreas.

b) **Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, los envolventes para fusibles, desconectadores, interruptores automáticos y controladores de motores, incluyendo pulsadores, relevadores y otros dispositivos similares, deben ser herméticos al polvo.

502-7. Transformadores de control y resistencias

a) **Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, los transformadores de control, solenoides, bobinas de impedancia y las resistencias, así como cualquier dispositivo de sobrecorriente o mecanismo de desconexión asociado con ellos, deben estar en envolventes a prueba de ignición de polvo aprobadas para áreas Clase II. No se debe instalar ningún transformador de control, bobina de impedancia o resistencia, en un área donde pueda haber polvo de magnesio, aluminio, partículas de bronce-aluminio o de otros metales de características peligrosas similares, a menos que estén en una envolvente específicamente aprobada para tales áreas.

b) **Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, los transformadores y las resistencias, deben cumplir con lo siguiente:

1) **Mecanismos de desconexión.** Los mecanismos de desconexión (incluyendo los dispositivos de sobrecorriente) asociados con transformadores de control, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias, deben estar en envolventes herméticos al polvo.

2) **Bobinas y devanados.** Los transformadores de control, solenoides y bobinas de impedancia que no estén encerrados en el mismo envolvente que los mecanismos de desconexión, deben estar en envolventes metálicos herméticos sin orificios de ventilación.

3) **Resistencias.** Las resistencias y dispositivos con resistencias deben estar en envolventes a prueba de ignición de polvo aprobados para áreas Clase II.

Excepción: Cuando la temperatura máxima normal de operación de la resistencia no excede 120 °C, las resistencias no variables, o las resistencias que formen parte de una secuencia de arranque automáticamente programada, pueden tener envolventes que cumplan con los requisitos de (b)(2) anterior.

502-8. Motores y generadores

a) **Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotatorias deben ser:

1) Aprobadas para áreas Clase II, División 1.

2) Totalmente cerrados, ventilados por tubería y cumplir con las limitaciones de temperatura estipuladas en 502-1.

b) **Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotatorias deben ser: sin ventilación, totalmente encerrados, totalmente encerrados con tuberías de ventilación, totalmente encerrados enfriados por agua y aire, totalmente encerrados enfriados por ventilador o a prueba de ignición de polvo, para lo cual deben tener una temperatura externa máxima a plena carga de acuerdo con lo indicado en 500-5(f) para operación normal, cuando opere al aire libre (libre de polvo acumulado) y no deben tener aberturas externas.

Excepción: Si se considera que la acumulación de polvo no conductor ni abrasivo es pequeña, y si la maquinaria es de fácil acceso para su limpieza y mantenimiento de rutina, se pueden instalar:

a. Máquinas de tipo normalizado, abiertas, sin contactos deslizantes ni mecanismos centrífugos de desconexión o de otro tipo (incluyendo dispositivos de sobrecorriente, de sobrecarga y sobretemperatura) o dispositivos de resistencia integral.

b. Máquinas normalizadas de tipo abierto con contactos, de mecanismo de desconexión o dispositivos de resistencia encerrados dentro de alojamientos herméticos al polvo sin ventilación u otras aberturas.

c. Motores con autolimpieza para textileras, del tipo de jaula de ardilla.

502-9. Tubería de ventilación. La tubería de ventilación de motores, generadores u otras máquinas eléctricas rotatorias o de envolventes de equipo eléctrico, deben ser de lámina metálica de espesor no menor que 0,5 mm o de otro material igualmente no combustible y deben cumplir con lo siguiente:

- (1) conducir directamente a una fuente de aire limpio fuera del local;
- (2) tener rejillas en los extremos exteriores para impedir la entrada de animales pequeños, y
- (3) estar protegidos contra daños materiales, contra la oxidación y demás influencias

corrosivas. La tubería de ventilación debe cumplir también con las siguientes condiciones (a) y

(b):

a) **Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, la tubería de ventilación y sus conexiones a los motores o a los envolventes a prueba de ignición de polvo para otros equipos o aparatos, deben ser herméticos al polvo en toda su longitud. Para tubería metálica, las costuras y uniones deben cumplir con una de las condiciones siguientes:

- (1) estar remachadas y soldadas;
- (2) estar atornilladas y soldadas;
- (3) estar soldadas, o

(4) ser herméticas al polvo por cualquier otro medio igualmente efectivo.

b) **Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, la tubería de ventilación y sus conexiones deben ser lo suficientemente herméticos como para impedir la entrada de cantidades apreciables de polvo al interior del equipo ventilado o encerrado, así como impedir el escape de chispas, flamas o materiales en combustión que puedan encender las acumulaciones de polvo o materiales combustibles en las cercanías. En la tubería metálica pueden utilizarse costuras de cierre y uniones remachadas o soldadas, y donde se necesite cierta flexibilidad, como en las conexiones a los motores eléctricos, se deben usar uniones deslizantes herméticamente ajustadas.

502-1 0. Equipo de utilización

a) **Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, el equipo de utilización debe estar aprobado como equipo para áreas Clase II. Donde pueda haber polvo de magnesio, aluminio, partículas de bronzealuminio y de otros metales de características peligrosas similares, todo el equipo debe estar aprobado específicamente para tales áreas.

Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, todo equipo de utilización debe cumplir con lo siguiente:

1) **Calefactores.** El equipo de utilización calentado eléctricamente debe estar aprobado para las áreas Clase II.

Excepción: El equipo del tablero de calefacción radiante con envolvente metálica debe ser hermético al polvo y marcado de acuerdo con lo establecido en 500-5 (d).

2) **Motores.** Los motores de equipo de utilización deben cumplir con lo indicado en 502-8(b).

3) **Desconectadores, interruptores automáticos y fusibles.** Las envolventes para desconectadores, interruptores automáticos y fusibles deben ser herméticas al polvo.

4) **Transformadores, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias.** Los transformadores, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias, deben cumplir con lo indicado en 502-7 (b).

502-11. Luminarios. Los luminarios deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

a) **Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, los luminarios fijos y portátiles deben cumplir con lo siguiente:

1) **Luminarios aprobados.** Cada luminario debe estar aprobado para áreas Clase II y tener claramente marcada la potencia máxima de la lámpara para la cual está aprobada, en watts. En las áreas en donde pueda haber polvo de magnesio y aluminio, partículas de bronze-aluminio o de otros metales de similares características peligrosas, los luminarios fijos o portátiles, y su equipo auxiliar deben estar aprobados para el área específica.

2) **Daño físico.** Cada luminario debe estar protegido contra daños físicos por medio de una guarda adecuada, o por su propia ubicación.

3) Luminarios colgantes. Los luminarios colgantes deben estar suspendidos por medio de un tramo de tubo (conduit) metálico roscado tipo pesado o semipesado, por cadenas con accesorios aprobados, o por otros dispositivos también aprobados. En tramos de tubo (conduit) de más de 30 cm de longitud, debe añadirse un sistema permanente y efectivo de fijación contra desplazamientos laterales, a un nivel no mayor que 30 cm sobre la parte inferior del tramo de tubo o debe darse la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para este uso y para el área de montaje, colocado a no más de 30 cm desde el de fijación hasta la caja del accesorio de soporte. Las uniones roscadas deben estar dotadas de tornillos de fijación u otros medios efectivos para evitar que se afloje. Cuando el alambrado ubicado entre la caja o accesorio de salida y el luminario colgante no vaya en un tubo, debe utilizarse cordón flexible aprobado para uso rudo, y colocar sellos adecuados donde el cordón entra en el luminario y en la caja de salida o en el accesorio. No debe utilizarse el cordón flexible como medio de soporte del luminario.

4) Soportes. Las cajas, ensambles de cajas o accesorios utilizados para soporte de los luminarios deben estar aprobados para áreas Clase II.

b) **Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, los luminarios deben cumplir con lo siguiente:

1) Equipo portátil de alumbrado. El equipo portátil de alumbrado debe estar aprobado para áreas Clase II y debe estar marcado claramente indicando la potencia máxima de la lámpara, en watts, para la cual está aprobado.

2) Alumbrado fijo. Los luminarios para alumbrado fijo que no son de un tipo aprobado para áreas Clase II, deben estar provistas con envolventes para lámparas y portalámparas, diseñadas para reducir al mínimo el depósito de polvo sobre ellas e impedir el escape de chispas, materiales en combustión o metales calientes. Todo luminario debe estar claramente marcado para indicar la potencia máxima en watts de la lámpara que puede utilizarse sin que se exceda la temperatura de la superficie expuesta según lo indicado en 500-5(f), bajo condiciones normales de operación.

3) Daño físico. Los luminarios para alumbrado fijo deben estar protegidos contra daño físico con guardas adecuadas o por su propia ubicación.

4) Luminarios colgantes. Los luminarios colgantes deben suspenderse por medio de tramos de tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado, por cadenas con accesorios aprobados, o por otros dispositivos también aprobados. En tramos de tubo (conduit) de más de 30 cm debe añadirse un sistema permanente y efectivo de fijación contra desplazamientos laterales, a un nivel no mayor que 30 cm sobre la parte inferior del tramo de tubo, o se les debe dar la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para este uso y para el área de montaje, debe colocarse a no más de 30 cm desde el punto de fijación a la caja o a los accesorios de soporte. Cuando el alambrado entre la caja y los accesorios de salida y el luminario no vayan dentro de un tubo, debe utilizarse cordón flexible aprobado para uso rudo. No debe utilizarse el cordón flexible como medio de soporte del luminario.

5

) **Lámparas de descarga eléctrica.** El equipo de arranque y control de las lámparas de descarga eléctrica debe cumplir con lo indicado en 502-7(b).

502-1 2. Cordones flexibles, Clase II, Divisiones 1 y 2. Los cordones flexibles utilizados en áreas Clase II deben cumplir con lo siguiente:

(1) ser de un tipo aprobado para uso extra rudo; **Excepción:** Cordones flexibles aprobados para uso rudo, como se permite en 502-11 (a)(3) y 502-11 (b)(4).

(2) contener, además de los conductores de circuito, un conductor de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 400-23;

(3) estar conectados a las terminales o a los conductores de alimentación de forma apropiada;

(4) estar soportados por abrazaderas u otros medios adecuados, de tal manera que no se ejerzan esfuerzos mecánicos en las terminales de conexión;

(5) estar dotados de los sellos adecuados para impedir la penetración de polvo por los puntos en donde el cordón flexible entra a las cajas o a los accesorios que se requiere que sean a prueba de ignición de polvo.

502-1 3. Receptáculos y clavijas

a) **Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, los receptáculos y clavijas deben ser del tipo que provea una conexión para el conductor de puesta a tierra del cordón flexible y deben estar aprobados para áreas Clase II.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, los receptáculos y clavijas deben ser del tipo que provea una conexión para el conductor de puesta a tierra del cordón flexible y deben estar diseñados de tal modo que no puedan hacerse las maniobras de conexión o desconexión del circuito mientras haya partes vivas expuestas.

502-1 4. Sistemas de señalización, alarma, control remoto y comunicaciones, medidores, instrumentos y relevadores.

NOTA: Véase el Artículo 800 para los requisitos que rigen la instalación de circuitos de comunicaciones.

a) **Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, los sistemas de señalización, alarma, control remoto y sistemas de comunicaciones, medidores, instrumentos y relevadores deben cumplir con las siguientes condiciones de 502-14(a)(1) hasta 502-14(a)(6):

1) **Métodos de alambrado.** Los métodos de alambrado deben cumplir con la Sección 502-4(a).

2) **Contactos.** Los desconectadores, interruptores automáticos, relevadores, contactores, fusibles y los contactos que interrumpen corriente eléctrica de campanas, altavoces y sirenas, así como los demás dispositivos en los cuales puedan producirse chispas o arcos, deben estar encerrados en envolventes aprobadas para áreas Clase II.

Excepción: Cuando los contactos de apertura estén sumergidos en aceite o cuando la interrupción de la corriente eléctrica se produce dentro de una cámara sellada contra la entrada de polvo, las envolventes pueden ser del tipo para uso general.

3) **Resistencias y equipo similar.** Las resistencias, transformadores, bobinas, rectificadores, válvulas termoiónicas y demás equipo o aparatos generadores de calor, deben estar encerrados en envolventes aprobadas para áreas Clase II.

Excepción: Cuando las resistencias o equipo similar estén sumergidos en aceite, o contenidos en una cámara sellada a prueba de entrada de polvo, las envolventes pueden ser del tipo de uso general.

4) **Maquinarias rotatorias.** Los motores, generadores y demás maquinarias rotatorias eléctricas deben cumplir con la Sección 502-8(a).

5) **Polvos combustibles y eléctricamente conductores.** Donde haya polvos combustibles y eléctricamente conductores, todo el alambrado y equipo debe estar aprobado para áreas Clase II.

6) **Polvos metálicos.** Donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio, partículas de bronce-aluminio o de otros metales de características peligrosas similares, todos los aparatos y equipo deben estar aprobados para esas condiciones específicas.

b) **Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, los sistemas de señalización, alarma, control remoto y sistemas de comunicaciones, medidores, instrumentos y relevadores deben cumplir con las siguientes condiciones de 502-14(b)(1) hasta 502-14(b)(5):

1) **Contactos.** Las envolventes deben cumplir con lo indicado en 502-14(a)(2) anterior, o los contactos deben estar dentro de envolventes metálicas herméticas diseñadas para reducir al mínimo la entrada de polvo y con tapas telescópicas, o bien tapas apretadas y sin aberturas a través de las cuales, después de instaladas, pudieran salir chispas o materiales encendidos.

Excepción: En los circuitos no inflamables se permite el uso de envolventes de uso general.

2) **Transformadores y equipos similares.** Los devanados y las terminales de conexión de los transformadores y bobinas deben estar dentro de envolventes metálicas herméticas sin aberturas de ventilación.

3) **Resistencias y equipo similar.** Las resistencias, dispositivos de resistencia, válvulas termoiónicas, los rectificadores y equipo similar deben cumplir con 502-14(a)(3) anterior.

Excepción: Las envolventes de las válvulas termoiónicas, las resistencias no variables, o rectificadores cuya temperatura máxima de operación no sea mayor que 120 °C, pueden ser del tipo de uso general.

4) **Máquinas rotatorias.** Los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotatorias deben cumplir con lo indicado en 502-8(b).

Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en 502-4(b).

502-16. Puesta a tierra, Clase II, Divisiones 1 y 2. El alambrado y equipo deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 y de acuerdo con las siguientes Secciones 502-16(a) y 502-16(b):

a) **Unión.** Para propósitos de continuidad no debe dependerse de contactos del tipo tuerca y contratuerca, sino que deben utilizarse puentes de unión con accesorios adecuados u otros medios de unión aprobados.

Tales medios de unión se aplican a todas las canalizaciones, accesorios, cajas y envolventes que intervengan en las áreas Clase II desde el punto de puesta a tierra hasta el equipo de acometida, o hasta el punto de puesta a tierra de un sistema derivado separadamente.

Excepción: Los medios específicos de unión deben exigirse únicamente al punto más cercano donde el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra se conectan juntos del lado de línea del medio de desconexión del edificio como se especifica en 250-24(a), 250-24(b) y 250-24(c), siempre que la protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados se localice del lado de la carga de los medios de desconexión.

NOTA: Véase 250-78 para requerimientos adicionales de unión en áreas clasificadas peligrosas.

b) Tipo de conductores de puesta a tierra del equipo. Donde se utilice el tubo (conduit) flexible como se permite en 502-4, éste debe instalarse con puentes de unión internos o externos en forma paralela con cada tubo y cumpliendo con lo establecido en 250-79.

Excepción: En las áreas Clase II, División 2, el puente de unión se puede suprimir cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- a. Cuando se utilice tubo (conduit) metálico flexible hermético a líquidos aprobado, de 1,8 m o menos de longitud, con accesorios aprobados para puesta a tierra.
- b. Cuando la protección contra sobrecorriente en el circuito esté limitada a 10 A o menos.
- c. Que la carga no sea carga de potencia (fuerza).

502-17. Protección contra sobretensión, Clase II, Divisiones 1 y 2. Los apartarrayos, incluyendo su instalación y conexión, deben cumplir con el Artículo 280. Además, si están instalados en áreas Clase II, División 1, deben estar en envolventes apropiadas.

Los capacitores para protección contra sobretensión deben ser del tipo diseñado para su uso específico.

ARTICULO 503 - AREAS CLASE III

503-2. Transformadores y capacitores, Clase III, Divisiones 1 y 2. Los transformadores y capacitores deben cumplir con lo indicado en la Sección 502-2(b).

503-3. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en 503-3(a) o 503-3(b) siguientes:

a) **Clase III, División 1.** En áreas Clase III, División 1, el método de alambrado debe ser tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado, tubo (conduit) metálico tipo ligero, ductos herméticos al polvo, o cable tipo MC o MI con accesorios aprobados.

- 1) **Cajas y accesorios.** Todas las cajas y accesorios deben ser herméticas al polvo.
- 2) **Conexiones flexibles.** Donde es necesario emplear conexiones flexibles, deben utilizarse conectores flexibles herméticos al polvo, tubo (conduit) metálico flexible hermético a líquidos con accesorios aprobados, tubo (conduit) no metálico flexible hermético a líquidos con accesorios aprobados, o cordones flexibles conforme lo indicado en 503-1 0.

NOTA: Véase 503-16(b) para los requisitos de puesta a tierra cuando se utiliza tubo (conduit) flexible.

b) **Clase III, División 2.** En las áreas Clase III, División 2, el método de alambrado debe cumplir con 503-3(a) anterior.

Excepción: En las secciones, compartimentos, o áreas utilizadas solamente para almacenamiento y que no contengan maquinaria, puede utilizarse alambrado al descubierto sobre aisladores de acuerdo con lo indicado en el Artículo 320, pero solamente a condición de que exista una protección como la requerida en 320-14 cuando los conductores no recorran espacios en el techo y estén lejos de fuentes de daño físico.

503-4. Desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles Clase III, Divisiones 1 y 2. Los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles, incluyendo estaciones de botones, relevadores, dispositivos similares, instalados en áreas Clase III, Divisiones 1 y 2, deben estar en envolventes herméticas al polvo.

503-5. Transformadores de control y resistencias, Clase III, Divisiones 1 y 2. Los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias utilizadas como o en conjunto con equipos de control para motores, generadores y otros aparatos deben estar en envolventes a herméticas al polvo conforme con las limitaciones de temperatura indicadas en 503-1.

503-6. Motores y generadores, clase III, Divisiones 1 y 2. En áreas Clase III, Divisiones 1 y 2, los motores, generadores y otras máquinas rotatorias deben ser totalmente encerradas no ventiladas, totalmente encerradas con tubería de ventilación, o totalmente encerradas enfriadas por ventilador.

Excepción: En áreas donde sólo se dé una moderada acumulación de pelusas sobre, dentro o en la vecindad de una máquina eléctrica rotatoria, y donde dicha máquina sea de fácil acceso para limpieza y mantenimiento de rutina, se permite cualquiera de los siguientes:

- a. Motores textiles auto-limpiantes del tipo jaula de ardilla.
- b. Motores normales del tipo abierto sin contactos deslizantes u otro tipo de mecanismo de conmutación, incluyendo dispositivos de sobrecarga para el motor.
- c. Motores normales del tipo abierto con contactos, tales como mecanismos de conmutación o dispositivos de resistencia encerrados dentro de envolventes herméticas sin ventilación u otras aberturas.

503-7. Tubería de ventilación, Clase III, Divisiones 1 y 2. La tubería de ventilación para motores, generadores, u otras máquinas rotatorias, o para envolventes de equipo eléctrico, deben ser de metal con espesor no menor que 0,5 mm o de un material no combustible substancialmente igual, y que cumpla con las condiciones siguientes:

- (1) conducir directamente a una fuente de aire limpio exterior fuera del local;
- (2) tener barreras en los extremos exteriores para impedir el paso de pequeños animales y aves, y
- (3) estar protegidos contra daño físico, oxidación u otras influencias corrosivas.

L
a tubería de ventilación debe ser suficientemente hermética, incluso sus conexiones, para impedir la entrada de cantidades apreciables de fibras o pelusas dentro de equipo o envolventes ventilados, e impedir el escape de chispas, llamas o material encendido que pueda incender fibras o pelusas de material combustible en la vecindad. Para tubería metálica, se permiten costuras herméticas y uniones remachadas o soldadas; y pueden utilizarse juntas deslizantes ajustadas donde cierta flexibilidad es necesaria, como en las conexiones a los motores.

503-8. Equipo de utilización, Clase III, Divisiones 1 y 2

- a) **Calefactores.** Los equipos de utilización calentados eléctricamente deben ser aprobados para áreas Clase III.
- b) **Motores.** Los motores de accionamiento de los equipos de utilización deben cumplir con lo indicado en 503-6.
- c) **Desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motor y fusibles.** Los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motor y fusibles, deben cumplir con lo indicado en 503-4.

503-9. Luminarios Clase III, Divisiones 1 y 2

- a) **Alumbrado fijo.** Los luminarios para alumbrado fijo que no son de un tipo aprobado para áreas Clase III, deben estar provistas con envolventes para las lámparas y portalámparas, diseñadas para reducir al mínimo la entrada de fibras, pelusas y partículas volátiles, e impedir la salida de chispas, material en combustión o metal caliente. Todo luminario debe estar claramente marcada para indicar la potencia, en watts de las lámparas que pueden utilizarse sin que se exceda la temperatura de 165°C en las superficies expuestas bajo condiciones normales de operación.
- b) **Daño físico.** Cada luminario debe estar protegido contra daños físicos por medio de una guarda adecuada.
- c) **Luminarios colgantes.** Los luminarios colgantes deben estar suspendidos por medio de un tramo de tubo (conduit) metálico roscado tipo pesado o semipesado, o con cadenas con accesorios aprobados. Para tramos de tubo mayores que 30 cm, deben disponerse tirantes permanentes y efectivos para impedir desplazamientos laterales a un nivel no mayor que 30 cm sobre la parte inferior del tramo del tubo, o debe darse la flexibilidad necesaria mediante un accesorio aprobado o conector flexible aprobado para este uso y para el área de montaje, colocado a no más de 30 cm desde el punto de fijación hasta la caja o al accesorio de soporte.
- d) **Equipo portátil de alumbrado.** El equipo portátil de alumbrado debe tener agarraderas y estar protegido con guardas adecuadas. Los portalámparas deben ser del tipo sin desconectador, sin preparaciones para recibir clavijas. No deben tener partes metálicas portadoras de corriente eléctrica

expuestas, y todas las partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica deben estar puestas a tierra. En todos los otros aspectos, el equipo portátil de alumbrado debe cumplir con 503-9(a) anterior.

503-10. Cordones flexibles Clase III, Divisiones 1 y 2. Los cordones flexibles deben cumplir con las condiciones siguientes:

- (1) ser del tipo aprobado para uso extra rudo;
- (2) tener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra conforme a lo indicado en 400-23;
- (3) estar conectados a terminales o conductores de alimentación de forma apropiada;
- (4) estar soportados por abrazaderas u otros medios adecuados, de tal manera que no se ejerzan esfuerzos mecánicos en las terminales de conexión, y
- (5) estar provistos de medios adecuados para impedir la entrada de fibras, pelusas o partículas volátiles, por los puntos en donde el cordón flexible entra a las cajas o accesorios.

503-11. Receptáculos y clavijas Clase III, Divisiones 1 y 2. Los receptáculos y clavijas deben ser del tipo con conexión de puesta a tierra y estar diseñadas para minimizar la acumulación o entrada de fibras, pelusas o partículas volátiles, e impedir el escape de chispas o partículas fundidas.

Excepción: En áreas donde solamente se dé una moderada acumulación de pelusa sobre, dentro o en la vecindad de un receptáculo, y donde tal receptáculo sea de fácil acceso para limpieza y mantenimiento de rutina, se permite utilizar receptáculos de uso general con conexión de puesta a tierra montados para minimizar la entrada de fibras, pelusas o partículas volátiles.

503-16. Puesta a tierra Clase III, Divisiones 1 y 2. El alambrado y el equipo en las áreas Clase III, Divisiones 1 y 2 debe conectarse a tierra como se especifica en el Artículo 250 y en los requisitos siguientes:

- a) **Unión.** Para propósitos de continuidad no debe dependerse de contactos del tipo tuerca y contratuerca, sino que deben utilizarse puentes de unión con accesorios adecuados u otros medios de unión aprobados. Tales medios de unión se aplican a todas las canalizaciones, accesorios, cajas y envolventes que intervengan en las áreas Clase III desde el punto de puesta a tierra hasta el equipo de acometida, o hasta el punto de puesta a tierra de un sistema derivado separadamente.

Excepción: Los medios específicos de unión deben exigirse únicamente al punto más cercano donde el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra se conectan juntos del lado de línea del medio de desconexión del edificio como se especifica en 250-24 (a), (b) y (c), siempre que la protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados se localice del lado de la carga de los medios de desconexión.

NOTA 1: Véase 250-78 para requerimientos adicionales de puenteado en áreas peligrosas (clasificadas).

- b) **Tipo de conductores de puesta a tierra de equipo.** Donde se utilice el tubo (conduit) flexible como se permite en 503-3, éste debe instalarse con puentes de unión internos o externos en forma paralela con cada tubo y cumpliendo con lo establecido en 250-79.

Excepción: En las áreas Clase III, Divisiones 1 y 2, el puente de unión se puede suprimir cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- a. Cuando se utilice tubo (conduit) metálico flexible hermético a líquidos, aprobado, de 1,80 m o menos de longitud con accesorios aprobados para puesta a tierra.
- b. Cuando la protección contra sobrecorriente en el circuito esté limitada a 10 A o menos.
- c. Que la carga no sea carga de potencia (fuerza).

ARTICULO 511 -ESTACIONAMIENTOS COMERCIALES, TALLERES DE SERVICIO Y DE REPARACION PARA VEHICULOS AUTOMOTORES

511-2. Areas. Las áreas donde el combustible inflamable es transferido a los tanques de combustible de los vehículos deben cumplir con el Artículo 514. Los talleres de servicio, estacionamientos, áreas de almacenamiento, y lugares donde no se hagan trabajos de reparación, sino sólo se intercambien partes y se dé mantenimiento de rutina que no requiera el uso de equipo eléctrico, flama expuesta, soldadura o el uso de líquidos volátiles inflamables, no son áreas clasificadas.

NOTA: Para información adicional sobre estructuras para estacionamientos, así como para talleres de reparación, véase el Apéndice B2.

511-3. Areas Clase I. Clasificadas según el Artículo 500.

a) Hasta un nivel de 45 cm sobre el nivel del piso. Para cualquier piso, el área completa hasta un nivel de 45 cm por arriba del piso, debe ser considerada como área Clase I, División 2.

E

xcepción: Cuando se determine que existe ventilación mecánica que provee un mínimo de cuatro cambios de aire por hora.

b) Cualquier fosa o depresión por debajo del nivel del piso. Cualquier fosa o depresión por debajo del nivel del piso debe considerarse como área Clase I, División 1 hasta el nivel del piso, excepto cuando en ellas haya seis cambios de aire por hora y el aire sea expelido hasta el nivel del piso, en cuyo caso puede declararse Clase I, División 2.

Excepción: Los locales de servicio y lubricación sin surtidores (dispensarios), deben clasificarse de acuerdo con lo indicado en la Tabla 514-2.

c) Superficies adyacentes a áreas definidas o con ventilación de presión positiva. No deben ser consideradas peligrosas (clasificadas) las superficies adyacentes a áreas definidas en las cuales no es probable que se desprendan vapores inflamables, tales como cuartos de almacenamiento, cuartos de tableros de distribución y otros lugares similares, cuando tengan ventilación mecánica a razón de cuatro o más cambios de aire por hora o estén separados efectivamente por paredes o divisiones.

d) Superficies adyacentes por permiso especial. Cuando a juicio de la persona calificada que exige el cumplimiento de esta norma, las superficies adyacentes, tales que por razón de ventilación, presión diferencial de aire o distanciamiento físico, no ofrecen peligro de ignición, se permite considerarlas como no peligrosas.

e) Surtidores (dispensarios) de combustible. Cuando existan surtidores de combustible (que no sea gas de petróleo licuado, lo que está prohibido) colocadas dentro de la propiedad, deben cumplir con los requisitos del Artículo 514.

Cuando se provee ventilación mecánica en el lugar de despacho, los controles deben estar bloqueados electromecánicamente de manera que el surtidor no pueda funcionar sin ventilación, según lo indicado en 500-7(b).

f) Equipo portátil de alumbrado. El equipo portátil de alumbrado debe estar equipado con manija, portalámparas, gancho y protección sustancial fijada al portalámparas o a la manija. Todas las superficies exteriores que puedan hacer contacto con terminales de baterías, terminales de alambrado y otros objetos, deben ser de material no conductor o deben estar efectivamente protegidas con aislamiento. Los portalámparas deben ser de un tipo sin desconectador y no deben estar provistos de dispositivos para conectar clavijas. La envoltura exterior debe ser de compuesto moldeado o de otro material adecuado. A menos que la lámpara y su cordón estén soportados o dispuestos de tal manera que no puedan utilizarse en áreas clasificadas según 511-3, deben ser aprobados para áreas Clase I, División 1.

511-4. Alambrado y equipos en áreas Clase I. El alambrado y los equipos instalados en áreas Clase I como se definen en 511-3, deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501. Las canalizaciones embutidas en paredes de mampostería o enterradas debajo de un piso, deben considerarse como pertenecientes al área Clase I que está por encima del piso, si cualquier conexión o extensión entra o atraviesa tales áreas.

Excepción: Se permite utilizar tubo (conduit) rígido no metálico que cumpla lo establecido en el Artículo 347, cuando esté enterrado a no menos de 60 cm bajo la cubierta. Cuando se utilice tubo (conduit) rígido no metálico, en los últimos 60 cm del tramo subterráneo hasta que salga al punto de conexión de la canalización sobre el suelo, se debe utilizar tubo metálico (conduit) tipo pesado rosulado o tubo de acero (conduit) semi pesado rosulado y además se debe incluir un conductor de puesta a tierra de equipos que dé continuidad eléctrica al sistema de canalizaciones y para la puesta a tierra de las partes metálicas no portadoras de corriente.

511-5. Sellado. Deben proveerse sellos aprobados que cumplan los requisitos indicados en 501-5 y se deben aplicar los requisitos establecidos en 501-5(b)(2), a los límites horizontales y verticales de las áreas definidas Clase I.

511-6. Alambrado en espacios por encima de áreas Clase I

a) Alambrado fijo encima de áreas Clase I. Todo el alambrado fijo encima de áreas Clase I debe estar en canalizaciones metálicas, o en tubo (conduit) metálico, no metálico, metálico flexible, metálico flexible hermético a líquidos, no metálico flexible hermético a líquidos, sistemas de alambrado manufacturado con cable tipo MC o MI o cables PLTC de acuerdo con lo establecido en el Artículo 725, o cable tipo TC. Las canalizaciones de pisos celulares metálicos o pisos celulares de concreto, pueden utilizarse solamente para alimentar salidas del plafón o extensiones hacia el área por debajo del piso, pero

dichas canalizaciones no deben tener conexiones que lleven dentro o a través de cualquier área Clase I por encima del piso.

b) Colgantes. Los cordones flexibles para suspender aparatos colgantes deben ser adecuados para ese servicio y aprobados para uso rudo.

c) C
conductores puestos a tierra y de puesta a tierra. Cuando un circuito que alimente accesorios colgantes o portátiles incluya un conductor de puesta a tierra como se indica en el Artículo 200, los receptáculos, clavijas, conectores y dispositivos similares deben tener una terminal de puesta a tierra, y el conductor puesto a tierra del cordón flexible debe conectarse al tornillo del casquillo roscado de cualquier portalámparas o a la terminal puesta a tierra de cualquier equipo de utilización suministrado. Deben proveerse dispositivos adecuados para mantener la continuidad del conductor de puesta a tierra entre el sistema de alambrado fijo y las partes metálicas no destinadas a conducir corriente eléctrica de luminarios colgantes, lámparas portátiles y equipo portátil de utilización.

d) Receptáculos fijos. Los receptáculos fijos deben estar colocados por encima del nivel de cualquier área definida como Clase I, o estar aprobados para el área.

511-7. Equipo por encima de áreas Clase I

a) Equipo que produzca arcos. El equipo que esté a menos de 3,5 m por encima del nivel piso, y que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como cortacircuitos, tableros para carga de baterías, generadores, motores u otros equipos (excluyendo los receptáculos, lámparas y portalámparas), que tengan contactos de cierre y apertura o deslizantes, deben ser del tipo totalmente cerrado o construidos para impedir el escape de chispas o partículas metálicas calientes.

b) Alumbrado fijo. Los portalámparas y las lámparas de alumbrado fijo que están localizados sobre vías por las cuales circulan habitualmente vehículos, o que puedan de otra manera estar expuestas a daños físicos, deben ser colocadas a no menos de 3,5 m por encima del nivel del suelo, a menos que sean del tipo totalmente cerrado, o construidos para impedir la salida de chispas o partículas metálicas calientes.

511-10. Interruptor de circuito por falla a tierra para protección del personal. Todos los receptáculos monofásicos de 120 V o 127 V, 15 A y 20 A, instalados en áreas donde haya equipo de diagnóstico eléctrico, herramientas de mano eléctricas, o equipo portátil de alumbrado, deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra para protección del personal.

511-16. Puesta a tierra. Toda canalización metálica, cables con pantalla metálica, y toda parte metálica no destinada a conducir corriente eléctrica de equipo eléctrico fijo o portátil, sin importar la tensión eléctrica, se deben poner a tierra como lo indica el Artículo 250. La puesta a tierra en áreas Clase I debe cumplir con lo indicado en 501-1 6.

ARTICULO 514-GASOLINERIAS Y ESTACIONES DE SERVICIO.

514-2. Clasificación de locales.

a) Locales no clasificados. Cuando una persona calificada determine que en un local no se van a manejar líquidos inflamables que tengan un punto de inflamación por debajo de los 38°C, como la gasolina, no se requiere que esa área se clasifique como peligrosa.

b) Locales Clasificados

1) Areas Clase I. La Tabla 514-2(b)(1) debe ser aplicada donde sean almacenados, manejados o surtidos líquidos, Clase I y usada para delinear y clasificar las estaciones de servicio, talleres de servicio, de reparación y estacionamiento comercial para vehículos automotores, que están definidos en el Artículo 511. La Tabla 515-2 debe aplicarse en la clasificación de tanques superficiales. Un área Clase I, no se debe extender más allá de una pared no perforada, techo u otra división sólida.

2) Areas de gas natural comprimido, gas natural licuado y gas licuado de petróleo. La Tabla 514-2(b)(2) debe aplicarse y utilizarse para delinear y clasificar superficies en donde se almacene, maneje o surta gas natural comprimido, gas natural licuado o gas licuado de petróleo. Cuando los dispensarios de gas natural comprimido o gas natural licuado se instalen debajo de algún tipo de techumbre, esta última debe estar diseñada de forma tal que evite la acumulación o confinación de vapores de fácil ignición, o todo el equipo eléctrico instalado bajo la techumbre debe ser aprobado para áreas de Clase I, División 2. Los dispensarios para gas licuado de petróleo deben instalarse a no menos de 1,5 m de cualquier otro dispensario para líquidos de Clase I.

NOTA: Para mayor información sobre estaciones para surtir gas a automotores, véase la NOM-010-SECRE y la NOM-003-SEDG.

Tabla

514-2(b)(1). Areas peligrosas (clasificadas) Clase I: Estaciones de servicio y autoconsumo

Área	Clase I Grupo D División	Extensión del área clasificada
Tanques subterráneos boquillas de llenado	1	Cualquier fosa, caja o espacio bajo el nivel del piso estando cualquier parte de ellos dentro de un área clasificada División 1 o 2.
	2	Hasta 45 cm por encima del nivel del piso, dentro de un radio horizontal de 3 m medidos desde una conexión no hermética de llenado y dentro de un radio horizontal de 1,5 m medidos desde una conexión hermética de llenado.
Vento con descarga hacia arriba	1	Dentro de una esfera de 1 m de radio desde la abertura del orificio de vento extendiéndose en todas direcciones.
	2	Espacio comprendido en una esfera de 1,5 m de radio desde la abertura del orificio de vento, extendiéndose en todas direcciones.
Surtidores (dispensarios) (excepto del tipo elevado) Fosas. Surtidores Exteriores	1	Cualquier fosa, caja o espacio bajo el nivel del piso, cualquier parte de ellos dentro de un área clasificada como División 1 o 2.
	2	Dentro de 45 cm medidos horizontalmente en todas las direcciones extendiéndose hasta el nivel del piso desde (1) envolventes del surtidor, o (2) la parte de la envolvente del surtidor que contiene las componentes que manejan líquidos.
	2	Hasta 45 cm por encima del nivel de piso, dentro de 6 m medidos horizontalmente, desde cualquier lado externo del surtidor.
Surtidores (dispensarios) Tipo elevado (con carrete montado en el techo)	1	El espacio dentro de la envolvente del surtidor y todo el equipo eléctrico integrado que forma parte de la manguera surtidora o pistola para despacho.
	2	Un espacio que se extiende 45 cm horizontalmente en todas direcciones más allá de la envolvente extendiéndose hasta el piso.
	2	Hasta 45 cm por encima del nivel del piso dentro de 6 m medidos horizontalmente desde un punto verticalmente por debajo de la parte exterior de la envolvente de cualquier surtidor.
Pistola para despacho.	1	Dentro de una esfera de 1,0 m de radio desde el orificio de la pistola extendiéndose en todas direcciones.
	2	Espacio comprendido en una esfera de 1,5 m de radio desde el orificio de la pistola extendiéndose en todas direcciones.
Bombas remotas interiores	1	Todo el espacio dentro de cualquier fosa.
	2	Dentro de 1,5 m desde cualquier lado exterior de la bomba, extendiéndose en todas direcciones, también, hasta 1 m sobre el nivel de piso dentro de 8 m medidos horizontalmente desde cualquier lado exterior de la bomba.
Bombas remotas exteriores	1	Las fosas que se ubiquen bajo el nivel de piso si cualquier parte de ellas se localiza a una distancia hasta de 3 m de cualquier punto exterior de la bomba.
	2	Dentro de 1 m desde cualquier borde de la bomba extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 50 cm sobre nivel de piso, y hasta 3 m horizontalmente desde cualquier borde de la bomba.
Areas de servicio o lubricación	2	El área entera dentro de cualquier fosa usada para lubricación o servicios similares donde sean usados líquidos Clase 1.
	2	Areas hasta 45 cm m por encima de tales fosos y extendiéndose una distancia de 1 m medidos horizontalmente desde cualquier lado exterior de la fosa.
	2	El área completa dentro de cualquier fosa no ventilada, cualquier área bajo el piso.

	2	El área hasta 45 cm sobre tales fosas no ventiladas, el área de trabajo bajo el piso extendiéndose una distancia de 1 m medidos horizontalmente desde el exterior de tales fosas, el área de trabajo bajo el piso de trabajo subterráneo.
Area	Clase I Grupo D División	Extensión del área clasificada
	No clasificadas	Cualquier fosa, área de trabajo bajo el piso o área subterránea de trabajo, que están ventiladas de acuerdo con lo indicado en 511-3.
Tiendas, bodegas y baños	No clasificada	Si existe cualquier abertura a estas áreas de la extensión de una División 1, el área completa debe ser clasificada como División 1.
Envolventes de equipos	1	Cualquier espacio dentro de la envolvente donde el vapor o el líquido está presente bajo condiciones normales de operación.
Ventiladores de vacío asistido	2	El espacio dentro de 45 cm en todas las direcciones y que se extiende hasta el nivel del piso. Hasta 45 cm sobre el nivel del piso y hasta 3 m horizontalmente.

TABLA 514-2(b)(2).- Superficies clasificadas, equipo eléctrico para surtidores de combustible

Surtidor	Extensión de la superficie clasificada	
	Clase I, División 1	Clase I, División 2
Gas Natural Comprimido	Todo el espacio dentro de la cubierta del surtidor	1,5 m en todas las direcciones desde la cubierta del surtidor
Gas Natural Licuado	Todo el espacio dentro de la cubierta del surtidor y 1,5 m en todas las direcciones desde la cubierta del surtidor	Desde 1,5 m hasta 3 m en todas las direcciones desde la cubierta del surtidor
Gas de Petróleo Licuado	Todo el espacio dentro de la cubierta del surtidor; 45 cm de la superficie exterior de la cubierta del surtidor hasta una elevación de 1,2 m sobre la base del surtidor; toda la fosa o espacio abierto por debajo del surtidor y dentro de 6 m horizontalmente de cualquier arista de la cubierta del surtidor cuando la fosa o trinchera no está ventilada mecánicamente.	Hasta 45 cm sobre el nivel del piso y dentro de 6 m horizontalmente de cualquier arista de la cubierta del surtidor, incluyendo fosas y trincheras dentro de esta área cuando se provee con ventilación mecánica adecuada

514-3. Alambrado y equipo dentro de áreas Clase I. Todo el alambrado y equipo eléctrico dentro de áreas Clase I definidas en 514-2 deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501.

Excepción: Lo que se permite en la Sección 514-8.

NOTA: Para requisitos especiales en el aislamiento de los conductores, Véase 501-1 3.

514-4. Alambrado y equipo por encima de áreas Clase I. El alambrado y equipo por encima de las áreas Clase I definidas en 514-2, deben cumplir con las Secciones 511-6 y 511-7.

514-5. Medios de desconexión de los circuitos

a) Generalidades. Cada circuito que termine o pase a través (del interior) de un equipo surtidor (dispensario), incluyendo equipo para sistemas de bombeo remoto, deben estar provistos con un desconectador claramente identificado y de fácil acceso u otro equipo adecuado, localizado lejos del surtidor (dispensario), para desconectar simultáneamente de la fuente de suministro todos los conductores del circuito, incluyendo el conductor puesto a tierra, si existe.

No se permite utilizar desconectadores monopolares en los que sus manijas estén unidas.

En cada circuito debe instalarse en interruptor automático con disparo por protección de falla a tierra.

Las estaciones de servicio o autoconsumo, deben tener obligatoriamente como mínimo, tres controles para el paro de emergencia del tipo contacto sostenido (de golpe), que desenchufen de la fuente de energía a todos los circuitos que se especifican en el inciso (a) anterior.

Los controles de emergencia se deben localizar, uno en el interior de la oficina de la estación, donde habitualmente existe personal; otro en la fachada principal del edificio de oficinas y otro en cada grupo de surtidores (dispensarios). Los controles instalados en la zona de surtidores (dispensarios), deben estar

aprobados para Clase I, Grupo D. Los controles deben ser restablecidos manualmente de una manera aprobada.

b) Estaciones de autoservicio atendidas. **Los controles de emergencia especificados en 514-5(a) anterior deben instalarse en un lugar aceptable para la persona calificada, pero no deben estar a más de 30 m de los surtidores.**

c) Estaciones de autoservicio no atendidas. **Los controles de emergencia especificados en la Sección 514-5(a) se deben instalar en un lugar aceptable para la persona calificada, pero deben estar a más de 6 m y a menos de 30 m 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 persona calificada.**

NOTA: Para información adicional sobre estaciones de servicio en marinas y para automóviles, véase el Apéndice B2.

514-6 Disposiciones para mantenimiento y reparación del surtidor.

Cada dispositivo surtidor debe estar equipado con un medio para retirar todas las fuentes de tensión externa, incluida la de realimentación, durante los períodos de mantenimiento y reparación del surtidor.

514-7. Sellado

a) En el surtidor (dispensario). **En todos los tramos de tubo (conduit) que entren o salgan de un surtidor (dispensario) o de cualquier cavidad o envolvente en comunicación directa con éste, debe colocarse un sello aprobado. El accesorio de sellado debe ser el primer accesorio después de que el tubo (conduit) sale de la tierra o del concreto.**

b) En los límites. **Se deben proveer sellos adicionales de acuerdo con lo indicado en 501-5. Los límites horizontales y verticales de las áreas definidas como Clase I deben aplicarse las condiciones establecidas en 501-5(a)(4) y 501-5(b)(2).**

514-8. Alambrado subterráneo. **El alambrado subterráneo debe ser a base tubo (conduit) roscado metálico tipo pesado y tipo semipesado. Cualquier parte del equipo o alambrado eléctrico que esté debajo de la superficie de un área Clase I, División 1 o División 2 (como se define en las Tablas 514-2(b)(1) y 514-2(b)(2)), debe ser considerada como un área Clase I, División 1 que debe extenderse por lo menos al punto de salida sobre el nivel del piso. Véase la Tabla 300-5.**

Excepción: Se permite usar tubo (conduit) no metálico que cumpla lo establecido en el Artículo 347 cuando esté enterrado a no menos de 60 cm y embebido en concreto.

514-9. Alumbrado de emergencia. **La estación de servicio o de autoconsumo debe contar con un sistema de alumbrado de emergencia con baterías, para los casos en que falle el suministro eléctrico normal o cuando por situaciones de riesgo se tenga que interrumpir el mismo.**

514-16. Puesta a tierra. **Todas las canalizaciones metálicas, las pantallas metálicas o cubierta metálica de los cables y todas las partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica de equipo fijo o portátil, independientemente de la tensión eléctrica, deben ser puestas a tierra como se estipula en el Artículo 250. La puesta a tierra en áreas Clase I debe cumplir con los requisitos indicados en 501-16.**

ARTICULO 515-PLANTAS DE ALMACENAMIENTO A GRANEL

515-2. Áreas Clase I. **Cuando se almacenan, manejan o surten líquidos Clase I debe aplicarse la Tabla 515-2 para delimitar y clasificar las plantas de almacenamiento a granel. Las áreas Clase I no deben extenderse más allá de un piso, una pared, techo u otras divisiones sólidas que no tengan aberturas de comunicación.**

NOTA 1: Para información adicional sobre la clasificación de áreas, véase el Apéndice B2. NOTA 2:

Para estaciones surtidoras de gasolina en marinas o muelles, véase la Sección 514-5 (c).

515-3. Alambrado y equipo dentro de áreas Clase I. **Todo alambrado y equipo eléctrico dentro de áreas Clase I, definidas en la sección 515-2, deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501.**

Excepción: Lo permitido en 515-5.

515-4. Alambrado y equipo sobre áreas Clase I. Todo alambrado fijo que pase sobre áreas Clase I, debe instalarse en canalizaciones metálicas o en tubo (conduit) no metálico rígido de PVC Cédula 80 o equivalente, o con cable MI, TC o MC. El equipo fijo que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, cortacircuitos, desconectadores, receptáculos, motores u otro equipo que tengan contactos de cierre y apertura o deslizantes, deben ser del tipo totalmente cerrado o estar construidos de tal manera que impida el escape de chispas o partículas metálicas calientes. Las lámparas portátiles u otros equipos de utilización y sus cordones flexibles deben cumplir con los requisitos del Artículo 501 para la clase de área sobre la que han de conectarse o utilizarse.

TABLA 515-2.- Areas Clase I: Plantas de almacenamiento a granel

Superficie	Clase I División	Extensión del área clasificada
Equipo interior instalado cuando bajo operación normal pueda haber mezclas inflamables de aire-vapor. Nota: Para información adicional sobre clasificación de líquidos combustibles e inflamables, véase el apéndice B2.	1 2	Espacio hasta 1,5 m desde cualquier borde de esos equipos, extendiéndose en todas las direcciones. Espacio entre 1,5 m y 2,5 m desde cualquier borde de esos equipos, extendiéndose en todas las direcciones. Además un espacio hasta de 1 m sobre el nivel del piso o suelo y de 1,5 m hasta 7,5 m horizontalmente desde cualquier borde de esos equipos ¹ .
Superficie	Clase I División	Extensión del área clasificada
Equipo exterior instalado cuando bajo operación normal pueda haber mezclas inflamables de aire-vapor. Nota: Para información adicional sobre clasificación de líquidos combustibles e inflamables, véase el apéndice B2.	1 2	Espacio hasta de 1 m desde cualquier borde de esos equipos, extendiéndose en todas las direcciones. Espacio entre 1 m y 2,5 m desde cualquier borde de esos equipos, extendiéndose en todas direcciones. Además, un espacio hasta de 1 m sobre el nivel del suelo o del piso, y a una distancia de entre 1 m y 3 m horizontalmente desde cualquier borde de esos equipos.
Tanques sobre el piso² Cubierta externa, cabezales o techo y espacio dentro del dique.	1 2	Espacio dentro del dique, en donde la altura de dicho dique es mayor que la distancia desde el tanque a éste por más del 50% de la circunferencia del tanque. Dentro de 3 m desde la cubierta externa, los cabezales o techo del tanque. El espacio dentro de los diques hasta el nivel superior de éstos.
Venteo (Válvula presión-vació)	1 2	Dentro de 1,5 m desde el extremo abierto del venteo en todas direcciones. El espacio comprendido entre 1,5 m y 3 m desde el lado abierto del venteo extendiéndose en todas direcciones.
Techo flotante	1	El espacio sobre el techo y el interior del tanque.
Abertura para el llenado de tanque subterráneo	1 2	Cualquier fosa, caja o espacio bajo el nivel del piso, si alguna parte está dentro de un área clasificada de División 1 o División 2. Hasta 0,5 m sobre el nivel del piso dentro de un radio horizontal de 3 m desde cualquier conexión de llenado suelta y dentro de un radio horizontal de 1,5 m desde una conexión de llenado hermética.
Llenado de tambores y contenedores. Al exterior o al interior con	1	Dentro de un radio de 1 m desde el venteo y la abertura del orificio de llenado, extendiéndose en todas direcciones.

ventilación adecuada	2	El espacio entre 1 m y 1,5 m desde el venteo o la abertura del orificio de llenado, extendiéndose en todas direcciones. También hasta 0,5 m sobre el nivel de piso, cubriendo un radio horizontal de 3 m desde el venteo o la abertura del orificio de llenado.
Bombas, purgas, accesorios de vaciado, medidores y dispositivos similares interiores exteriores	2	Dentro de un radio de 1,5 m desde cualquier orilla de tales dispositivos, extendiéndose en todas direcciones. También hasta 1 m sobre el nivel de piso o rasante y extendiéndose hasta 7,5 m medidos horizontalmente desde cualquier orilla de tales dispositivos.
	2	Hasta 1 m de cualquier borde de estos dispositivos, extendiéndose en todas las direcciones. Además hasta 0,5 m sobre el nivel del piso y hasta 3 m horizontalmente desde cualquier borde de tales dispositivos.
Fosas. Sin ventilación mecánica.	1	Todo el espacio dentro de la fosa si cualquier parte está dentro de un área clasificada División 1 o 2.
Con ventilación mecánica adecuada.	2	Todo el espacio dentro de la fosa si cualquier parte está dentro de un área clasificada División 1 o 2.
Con válvulas, accesorios o tubería que no estén dentro de un área clasificada. División 1 o 2.	2	Toda la fosa.
Superficie	Clase I División	Extensión del área clasificada
Canales o zanjas de drenaje, separadores y cárcamo regulador. Al exterior.	2	El espacio hasta 0,5 m sobre el canal, zanja, separador o cárcamo regulador. También hasta 0,5 m sobre la rasante y cubriendo hasta 4,5 m horizontalmente desde cualquier orilla.
Al interior.	---	Igual que las fosas.
Autotanque y carrotanque ³ .	1	Dentro de 1 m desde la orilla del domo extendiéndose en todas direcciones.
Llenado por el domo abierto.	2	El espacio que cubre entre 1 m y 4,5 m desde la orilla del domo, extendiéndose en todas direcciones.
Llenado por conexiones en el fondo con respiradero atmosférico.	1 2	Dentro de 1 m desde el punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas direcciones El espacio entre 1 m y 4,6 m desde el punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas direcciones. También hasta 0,5 m sobre el nivel de la rasante, cubriendo un radio horizontal de 3 m desde el punto de conexión de llenado.
Oficinas y cuartos de baño	Sin clasificar	Si existe cualquier abertura o puerta hacia estos cuartos dentro de la extensión de un área interior clasificada, el cuarto debe clasificarse igual que si no existiese muro, división o brocal.
Llenado por el domo cerrado con ventilación atmosférica.	1	Dentro de 1 m desde el lado abierto del venteo, extendiéndose en todas direcciones.
Llenado por el domo con control de vapores.	2	El espacio entre 1 m y 4,5 m desde el lado abierto del venteo, extendiéndose en todas direcciones. También dentro de 1 m desde la orilla del domo extendiéndose en todas direcciones.
Llenado por el fondo con control de vapores.	2	Dentro de 1 m desde el punto de conexión de ambas líneas del llenado con, extendiéndose en todas direcciones.
		Dentro de 1 m desde los puntos de conexión, extendiéndose en todas direcciones. También hasta 0,5 m sobre el nivel de la rasante cubriendo un radio horizontal de 3 m desde los puntos de conexión.

Estacionamiento y taller de reparación de camiones-cisterna.	1 2	Todas las fosas o espacios bajo el nivel de piso. Hasta 0,5 m sobre el nivel del piso o del suelo en todo el estacionamiento o taller.
Garajes para vehículos diferentes de camiones-cisterna.	Sin clasificar	Si en estos cuartos hay alguna abertura dentro de la extensión de un lugar exterior clasificado, todo el cuarto debe clasificarse igual que la clasificación del espacio en el punto de la abertura.
Almacenamiento exterior de tambores.	Sin clasificar	
Almacenamiento bajo techo donde no haya transferencia de líquidos	Sin clasificar	Si existe cualquier abertura a estos almacenes comprendidos dentro de la extensión de un área interior clasificada como peligrosa, el almacén debe clasificarse igual que si no existiera pared, brocal o división que los divida.
Muelles y embarcaderos	-	Véase la Figura 515-2.

NOTAS:

1 La liberación de líquidos Clase I puede generar vapores hasta el punto en que toda la edificación y posiblemente la zona que la rodea, deban considerarse áreas Clase I, División 2.

2 Para tanques subterráneos, Véase la Sección 514-2.

3 Al clasificar la extensión del espacio, debe tenerse en cuenta el hecho de que los vagones y camiones cisterna pueden tener distintas posiciones. Por tanto, deben utilizarse los extremos de las posiciones de carga o descarga.

515-6. Sellado. Se deben suministrar sellos aprobados de acuerdo con lo indicado en 501-5. Los requisitos de sellado establecidos en 501-5(a)(4) y (b)(2) se aplican tanto a los límites horizontales como a los verticales de las áreas clasificadas como Clase I. Las canalizaciones enterradas bajo las áreas definidas como Clase I se consideran pertenecientes a Clase I, División 1.

515-7. Gasolineras. Cuando se suministre gasolina u otros líquidos inflamables volátiles o gases licuados inflamables junto con las operaciones de almacenamiento, se aplican las disposiciones del Artículo 514.

515-1 6. Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, las pantallas metálicas o cubiertas metálicas de los cables y todas las partes metálicas de equipo eléctrico fijo o portátil, no portadoras de corriente eléctrica, independientemente de la tensión eléctrica, deben ser puestas a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250. La puesta a tierra en las áreas Clase I deben cumplir con los requisitos indicados en 501-1 6.

NOTA: Para información adicional sobre puesta a tierra para protección contra la electricidad estática, véase el Apéndice B2.

ARTICULO 517-INSTALACIONES EN LUGARES DE ATENCION DE LA SALUD

517-

2. Definiciones

Analgesia relativa: Estado de sedación en un paciente que le produce bloqueo parcial de percepción de dolor, por la inhalación de concentraciones de óxido nitroso insuficientes para producir pérdida de conciencia (sedación consciente).

Anestésicos inflamables: Gases o vapores tales como fluroxeno, ciclopropano, éter divinílico, cloruro de etileno, éter etileno y etileno, los cuales pueden formar mezclas inflamables o explosivas con el aire, oxígeno o gases reductores, tales como el óxido nitroso.

Areas de anestésicos inflamables: Areas diseñadas para la aplicación por inhalación de cualquier agente anestésico inflamable, en el curso normal de un examen para diagnóstico o tratamiento al paciente.

Areas de atención del paciente: Son las áreas de las instalaciones en lugares de atención de la salud en las cuales se examina o se trata al paciente; se clasifican como áreas de atención general y áreas de atención crítica, pudiendo ser cualquiera de ellas clasificada como local húmedo. Es responsabilidad del cuerpo de administración el designar estas áreas de acuerdo con el tipo de atención y cuidados que se otorguen al paciente y con las siguientes definiciones:

NOTA: Típicamente no se clasifican como áreas de atención del paciente las oficinas administrativas, pasillos, antecasas o salones de usos múltiples, comedores o áreas similares.

1) Areas de atención general: Son los cuartos para pacientes, cuartos para auscultación, cuartos para tratamiento y áreas similares de atención a los pacientes, en las cuales se pretende que el paciente deba estar en contacto con dispositivos ordinarios tales como un sistema de llamado a enfermeras, camas eléctricas, bombas de infusión, lámparas de auscultación, teléfonos y dispositivos de entretenimiento. En dichas áreas, puede ser necesario que los pacientes se conecten a dispositivos electromédicos (tales como termocobertores, electrocardiógrafos, bombas de succión, monitores, otoscopios, oftalmoscopios, catéteres intravenosos periféricas, etc.).

2) Areas de atención crítica: Son aquellas unidades de atención especial como: unidades de cuidados intensivos, unidades de cuidados coronarios, laboratorios de angiografía, laboratorios de cetrización cardiaca, salas de expulsión, salas de operación y áreas similares en las cuales los pacientes estén sujetos a procedimientos invasivos y conectados a equipos y aparatos electromédicos sofisticados, que estén energizados mediante receptáculos grado hospital.

3) Locales húmedos: Son las áreas críticas y generales de atención a pacientes, normalmente están sujetas a condiciones de humedad mientras está presente el paciente. Estas áreas incluyen depósitos con fluidos a nivel del piso o áreas de trabajo que rutinariamente estén húmedas, siempre y cuando alguna de estas condiciones esté íntimamente relacionada con el paciente o con el personal y con el uso de aparatos eléctricos. Los procedimientos de limpieza rutinarios y derrames accidentales de líquidos no definen un local húmedo.

Areas de atención limitada: Un edificio o parte de él para albergue de personas que sean incapaces de tomar una acción o valerse por sí mismos por vejez, por limitaciones físicas, debido a accidente o enfermedad y limitaciones mentales, tales como enfermedad mental y fármaco dependencia.

Centros ambulatorios para la atención de la salud: Un edificio o parte de él que es utilizado para proporcionar servicios de diagnóstico, tratamiento o rehabilitación a pacientes externos, los lugares deben de cumplir con cualquiera de lo siguiente:

1) Las instalaciones para la atención y tratamiento a pacientes que sean incapaces de tomar una acción para su autopreservación en condiciones emergencia, sin la asistencia de otras personas; tales como unidades de hemodiálisis, de estudios especiales como radiología y otros.

2) Las instalaciones para la atención de pacientes externos, que requieren tratamiento quirúrgico con anestesia general o cuidados críticos.

Circuitos derivados críticos: Son los circuitos alimentadores del sistema de emergencia que suministran energía para la iluminación de las áreas de trabajo; equipos especiales y receptáculos seleccionados que funcionan en lo relacionado con la atención a los pacientes. Estos circuitos están conectados a la fuente de suministro normal y se reconnectionan automáticamente a las fuentes alternas de energía, durante la interrupción de la fuente normal de suministro, por medio de uno o varios desconectadores de transferencia o un retardador para la toma de carga.

Circuitos de seguridad de la vida: Son los circuitos alimentadores y derivados del sistema de emergencia, que cumplen con los requisitos del Artículo 700, excepto por lo indicado en el artículo 517, y que se utilizan para proveer energía suficiente a las funciones de seguridad de la vida de todas las personas dentro del lugar de atención a la salud, estos circuitos son automáticamente conectados a las fuentes alternas de suministro de energía durante las interrupciones de la fuente normal.

C
orriente peligrosa: Es la corriente eléctrica que puede fluir a través de una baja impedancia que se conecte entre cualquiera de los conductores aislados y el conductor de puesta a tierra del monitor de aislamiento en un sistema eléctrico aislado.

Corriente peligrosa de falla: La corriente peligrosa que puede fluir en un sistema eléctrico aislado con todos los dispositivos y equipos conectados, excepto el monitor de aislamiento.

Corriente peligrosa del monitor: La corriente eléctrica peligrosa que circula entre el monitor de aislamiento de línea y tierra.

Corriente peligrosa total: La corriente eléctrica peligrosa que circula en un sistema eléctrico aislado con todos los dispositivos y aparatos fijos conectados a él, incluyendo la corriente peligrosa del monitor.

Documentos apropiados: Son los documentos las especificaciones técnicas mínimas que se deben aplicar para ejecutar el proyecto, construcción, mantenimiento operación y pruebas a las instalaciones eléctricas de lugares de atención de la salud.

NOTA: Para los documentos adecuados, que establecen los requisitos de infraestructura y equipamiento en lugares de atención de la salud, consultar el Apéndice B1 y B2.

Lugares de Atención Enfermerías: Un edificio o parte de él utilizado para recepción e internado de personas y atendido por enfermeras. Las personas, quienes debido a incapacidad mental o psíquica, pueden estar

imposibilitadas para proveer su propia seguridad y necesidades, sin asistencia. Enfermería, como se usa en esta norma, debe incluir locales de enfermería y de convalecencia, instalaciones para enfermeras calificadas, instalaciones de atención intermedia y para la atención de personas de edad avanzada.

Central de enfermeras: Areas destinadas a proveer un centro de actividades a un grupo de enfermeras que atienden a los pacientes hospitalizados y donde se reciben las llamadas de los pacientes encamados, desde este lugar, las enfermeras son distribuidas y redactan sus informes. Además, en estas áreas, las enfermeras recaban los datos de los pacientes que ingresan y preparan las medicinas para ser distribuidas a los pacientes encamados. Cuando estas actividades se llevan a cabo en una o más áreas dentro del lugar de atención de la salud, todas esas áreas, se consideran parte de la central de enfermeras.

Equipo o aparato electromédico de soporte para la vida: Equipo o aparato operación continua y confiable es necesaria para mantener la vida del paciente.

Equipo terapéutico de alta frecuencia para diatermia: Es un equipo terapéutico generador de alta frecuencia para el calentamiento por inducción del dieléctrico.

Fuentes alternas de energía: Son uno o más generadores o sistemas de baterías normalmente fijos dentro del lugar de atención de la salud, con las funciones de proveer la energía eléctrica al sistema eléctrico esencial, durante la interrupción del suministro de la fuente normal.

Iluminación en lugares de trabajo: Provisión del nivel mínimo de iluminación de reemplazamiento requerido para desarrollar las labores necesarias en las áreas de atención del paciente, incluyendo la iluminación para el acceso seguro a los suministros y equipamiento. Así como, para el acceso y tránsito seguro en las vías de evacuación y para la iluminación de la señalización de las salidas o accesos a lugares seguros en casos de emergencia.

Rayos X móvil: Un equipo de rayos X, montado sobre una base con rodamientos que le permite ser movido por una persona solamente cuando está completamente ensamblado.

Rayos X portátil: Equipo de rayos X que puede ser transportado manualmente por una sola persona. Rayos X régimen momentáneo: Régimen basado en un intervalo de operación de hasta cinco segundos.

Rayos x régimen prolongado: Es el régimen basado en un intervalo de operación de hasta cinco minutos o más.

Rayos X transportable: Equipo de rayos X para ser armado y operado dentro de un vehículo o que puede ser desarmado para transportarlo en un vehículo y armado y operado en un lugar específico.

Instalaciones en lugares de atención a la salud: Son las instalaciones en edificios o partes de edificios que contienen servicios, como hospitales, enfermerías, clínicas, consultorios médicos y dentales y áreas de cuidado ambulatorio ya sean fijas o móviles.

Hospital: Al establecimiento público, social o privado cualquiera que sea su denominación, que tenga como finalidad la atención a enfermos que se internen para fines de diagnóstico, tratamiento o rehabilitación.

Locales para anestesia: Cualquier área en un lugar para la atención de la salud, que ha sido diseñada para ser utilizada durante la aplicación de gases y vapores anestésicos de inhalación, inflamables o no inflamables, durante el curso de un examen para diagnóstico o tratamiento, incluyendo el uso de gases o vapores para tratamientos de analgesia relativa.

Localización de la cama del paciente: Ubicación de la cama del enfermo hospitalizado o internado, la cama o mesa de tratamiento usada en el área de atención crítica del paciente.

Monitor de aislamiento de la línea: Un instrumento de medición diseñado para comprobar continuamente la impedancia balanceada y desbalanceada de cada línea de los circuitos aislados de tierra, equipado con circuito interconstruido para probar la alarma, sin incluir la corriente peligrosa de fuga del sistema aislado.

Punto de puesta a tierra de dispositivos, equipos y aparatos en la vecindad del paciente: Un conector o barra terminal, el cual está destinado como punto para puesta a tierra redundante de dispositivos, muebles, equipos y aparatos eléctricos, sirviendo en la vecindad del paciente. Además, para la puesta a tierra, con objeto de eliminar problemas de interferencia electromagnética en equipos eléctricos sensibles.

Punto de referencia de puesta a tierra: La barra para puesta a tierra del panel o tablero de alumbrado y control o del tablero del sistema eléctrico aislado, que suministra energía al área de atención del paciente.

Receptáculos seleccionados: Es la cantidad mínima de receptáculos para la conexión mediante clavijas de aparatos no fijos, normalmente requeridos para todas las tareas locales o los que se usen en la atención de los pacientes en caso de emergencia.

Sistema de emergencia: Un sistema constituido por alimentadores y circuitos derivados, que cumplen con los requisitos del Artículo 700, excepto las modificaciones de este Artículo 517, destinados a suministrar de una fuente alterna de energía a un número limitado de funciones consideradas vitales para la protección de la vida y la

seguridad del paciente, con restablecimiento automático de la energía en un lapso de 10 s después de la interrupción del suministro de energía.

Sistema para aparatos y equipos: Parte del sistema eléctrico esencial, compuesto de circuitos derivados y alimentadores, conformados para su conexión automática con retardo de tiempo o en forma manual a las fuentes alternas de energía del sistema eléctrico esencial y que suministran energía primordialmente a equipos trifásicos.

Sistema eléctrico esencial: Sistema compuesto por los subsistemas de emergencia y de equipos, constituido por fuentes alternas de energía con todos los circuitos de distribución, dispositivos y equipos conectados. Debe de diseñarse para garantizar la continuidad de la energía eléctrica en lugares de atención de la salud, durante la interrupción del suministro de la fuente normal y para minimizar los problemas ocasionados por las fallas internas en los sistemas eléctricos esencial y no esencial.

Superficies conductoras expuestas: Superficies metálicas de aparatos, dispositivos y equipos no protegidas ni resguardadas permitiendo el contacto con ellas, estas superficies pueden quedar energizadas y conducir energía eléctrica. La pintura, la galvanización y recubrimientos similares, no se consideran aislamientos adecuados a menos que estén aprobados para ese uso.

Sistema eléctrico aislado: Un sistema integrado por un transformador de aislamiento o su equivalente, un monitor de aislamiento de líneas, dispositivos para desconexión y protección, envolventes y panel o tablero de los circuitos derivados no puestos a tierra.

Transformador de aislamiento: Un transformador del tipo multidevanado, con los devanados primario y secundario acoplados sólo inductivamente, físicamente separados con una pantalla electrostática integrada entre ellos, y conectado a un sistema alimentador puesto a tierra que energiza su devanado primario.

Vecindad de un paciente: Es el espacio dentro del cual el paciente puede estar en contacto con las superficies expuestas o algún asistente que pueda tocarlo. Típicamente la vecindad de un paciente comprende un espacio de al menos de 1,8 m alrededor del perímetro de la cama o mesa de procedimientos o hasta donde se encuentre una pared, mampara o cortina de separación. Extendiéndose además verticalmente, a no menos de 2,3 m sobre el nivel del piso.

5

17-11. Criterios generales de instalación y construcción. El objetivo de esta Sección es especificar los criterios de instalación y métodos de alambrado para minimizar las posibilidades de riesgos eléctricos, manteniendo adecuadas diferencias de potencial entre las superficies conductoras expuestas de equipos y aparatos utilizados en la vecindad del paciente y con las cuales el paciente puede tener contacto directo o a través de personas u otros medios.

NOTA: En las instalaciones de atención de la salud es difícil impedir la incidencia de una trayectoria conductora resistiva o capacitiva desde el cuerpo del paciente a cualquier objeto puesto a tierra, porque esa trayectoria puede establecerse accidentalmente o a través de personas, instrumentos directamente conectados al paciente y otras superficies eléctricamente conductoras con las que pueda tener el paciente contacto adicional. Los instrumentos dispositivos, equipos y aparatos que se conectan al paciente, se convierten entonces en posibles fuentes de corriente eléctrica que pudiera pasar a través de su cuerpo. El peligro se incrementa al asociar más equipos o dispositivos con el paciente y, por tanto, se necesitan incrementar las precauciones. Existen métodos para el control a niveles tolerables de las corrientes de fuga y de las descargas eléctricas capacitivas, uno de los métodos requiere limitar el flujo de corriente eléctrica que pudiera recorrer un circuito eléctrico que involucra el cuerpo del paciente, con el aumento de la resistencia del circuito conductor mediante el aislamiento de las superficies expuestas, el otro método consiste en la reducción a niveles también tolerables de la diferencia de potencial que pueda aparecer entre las superficies conductoras expuestas en la vecindad del paciente o por una combinación de los dos métodos mencionados. Se presenta un problema especial con el paciente en una trayectoria conductora directa desde el exterior hasta el músculo del corazón. En este caso, el paciente puede resultar electrocutado por niveles de tensión y corriente eléctrica tan bajos que se requiere protección adicional en el diseño de la instalación eléctrica, de aparatos, equipos o dispositivos electromédicos, el aislamiento de los catéteres y en el control de la práctica médica.

517-12. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en los Capítulos 1 al 4 de esta norma, excepto por modificaciones que se señalen en este Artículo.

517-13. Conexión de puesta a tierra de receptáculos y equipo eléctrico fijo

(a) Métodos de alambrado. En adición a los requerimientos indicados en 517-13 (b), todos los circuitos derivados que se localicen o utilicen en la vecindad del paciente y en las áreas de atención de pacientes deben proveerse de una trayectoria de puesta a tierra para corriente eléctrica de falla a través de un sistema de canalización metálica o cable armado. El sistema de canalización metálica o la cubierta del cable armado deben estar aprobados como conductores eficientes de puesta a tierra de equipo, de acuerdo con lo indicado en 250-91 (b). Los cables tipo AC, MC y tipo MI deben tener una armadura o cubierta exterior metálica identificada como un conductor eficiente para puesta a tierra de equipo.

(b) Conductor de puesta a tierra de equipos aislados. En las áreas utilizadas para la atención a pacientes y dentro de la vecindad del paciente, las terminales de puesta a tierra de todos los receptáculos y todas las superficies no conductoras de corriente eléctrica de equipo eléctrico fijo que funciona a más de 100 V y sujetos a contacto con personas, deben conectarse a tierra por medio de un conductor de cobre aislado. El conductor de puesta a tierra debe seleccionarse de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95, e instalarse en canalizaciones metálicas o cables armados con los conductores del circuito derivado que alimenten a estos receptáculos o al equipo fijo.

Excepción 1: Las placas metálicas pueden ser puestas a tierra por medio de tornillos metálicos los cuales fijan la placa a la caja de salida puesta a tierra o por un dispositivo aprobado de alumbrado para puesta a tierra.

Excepción 2: Para luminarios a más de 2,3 m sobre el nivel de piso terminado y desconectadores localizados fuera de la vecindad del paciente no se requiere que tengan puesta a tierra por medio de un conductor aislado.

51 7-14. Puente de unión de tableros de alumbrado y control. Las barras de puesta a tierra de tableros de alumbrado y control, tanto de los circuitos normales como de los esenciales utilizados en la vecindad del paciente deben interconectarse con conductores de cobre aislados de tamaño nominal no menor que 5,26 mm² (10 AWG). Donde haya más de dos tableros que distribuyan energía al mismo lugar, estos conductores deben ser continuos de un tablero a otro.

51 7-1 6. Receptáculos con terminal de puesta a tierra aislada. Los receptáculos con terminal de puesta a tierra aislada permitidos en la Excepción 4 de 250-74, deben ser identificados. Tal identificación debe ser visible después de su instalación.

NOTA: Es importante tener cuidado al especificar el sistema de receptáculos con terminal de puesta a tierra aislada, ya que se requiere de un conductor para puesta a tierra independiente y no se cumple con el requisito de contar con la puesta a tierra redundante, lo que ocasiona que en caso de la perdida de la continuidad, el paciente pueda quedar sujeto a diferencias de tensión y corrientes eléctricas qué pongan en riesgo la su vida. Además, la impedancia de puesta a tierra es controlada sólo por medio de los conductores de puesta a tierra y no se beneficia funcionalmente con ningún otro trayecto paralelo de puesta a tierra.

517-

17. Protección por falla a tierra

(a) Alimentadores. Cuando los medios de desconexión de la acometida o alimentador, cuentan con protección por falla a tierra, como se especifica en las Secciones 230-95 o 215-10; debe proveerse por lo menos una etapa adicional de protección hacia la carga en cada uno de los circuitos alimentadores del sistema eléctrico no esencial. Tales protecciones están formadas por dispositivos de sobrecorriente o por transformadores de corriente y otro equipo de protección equivalente, que provoque la apertura de los dispositivos de desconexión del circuito alimentador y no el de la acometida o servicio.

Los niveles adecuados de protección por falla a tierra no deben ser aplicados:

(1) en el lado de la carga de los desconectadores de transferencia o retardadores de toma de carga de un sistema eléctrico esencial;

(2) entre las unidades generadoras en sitio que se describen en 517-35(b) y el sistema de desconectadores de transferencia del sistema eléctrico esencial o los retardadores de la toma de carga, o

(3) en sistemas eléctricos que no son en estrella sólidamente puestos a tierra con más de 150 V a tierra, pero no más de 600 V de fase a fase.

(b) Selectividad. Las protecciones por falla a tierra para la operación de los medios de desconexión de la acometida o del alimentador y de los circuitos alimentadores de la segunda etapa, deben tener selectividad de manera que si la falla a tierra está en el lado de la carga abra el dispositivo del circuito alimentador de la segunda etapa y no el de la acometida o el del servicio. Para lograr esto, se debe prever una separación de seis ciclos por lo menos entre las bandas de desconexión de las protecciones de la segunda etapa de los circuitos alimentadores y las protecciones de la acometida o del servicio. El tiempo de apertura de los dispositivos de desconexión debe ser considerado al determinar la separación entre las dos bandas, para una precisión de 100% en la selectividad.

NOTA: Véase Nota de 230-95 para la transferencia de fuente alterna de energía cuando se utilizan métodos de protección por falla a tierra.

(c) Pruebas. Cuando se instale el equipo de protección de falla a tierra por primera vez, debe probarse cada nivel para asegurar el cumplimiento del inciso (b) de esta Sección.

51 7-18 Areas de atención general

(a) Circuitos derivados para camas de pacientes. Cada cama debe ser alimentada por lo menos por dos circuitos derivados, uno del sistema de emergencia y otro de la fuente de suministro normal o sistema eléctrico no esencial. Todos los circuitos derivados normales deben originarse en el mismo panel o tablero de alumbrado y control.

Excepción 1: Un circuito derivado que alimente solamente a una salidas o a un receptáculos para un propósito especial tal como una salida para equipo de rayos x móvil o portátil, no se requiere que sea alimentado desde el mismo panel o tablero de alumbrado o control.

Excepción 2: Los requerimientos del 517-18(a) no deben aplicarse a las áreas de camas de pacientes ubicadas en clínicas de consulta externa, consultorios médicos y dentales, instalaciones para pacientes externos y hospitales de psiquiatría, fármaco dependencia o drogadicción y rehabilitación. Así como en cuartos de pacientes utilizados sólo para dormir en lugares de enfermería y en lugares de atención limitada que reúnan los requisitos de alambrado de la Sección 517-10(b) (2).

Excepción 3: Las áreas de las camas de pacientes de atención general servida desde dos desconectadores de transferencia diferentes del sistema de emergencia no deben ser requeridos para tener circuitos de la fuente normal.

(b) Receptáculos para camas de pacientes. Cada cama de paciente debe estar provista como mínimo de cuatro receptáculos, deben ser del tipo sencillo o dúplex o una combinación de éstos. Todos los receptáculos cuatro o más deben ser del tipo “grado hospital” y así identificados, en cada receptáculo, se debe de conectar a la terminal de puesta a tierra un conductor de cobre aislado de tamaño nominal de acuerdo con lo indicado en la sección 517-13 (b) y Tabla 250-95.

Excepción 1: Los hospitales psiquiátricos, de drogadicción y rehabilitación deben reunir los requerimientos de la excepción indicados en la sección 517-10(b) (2).

Excepción 2: Los cuartos de seguridad siquiatrásica no requieren salidas de receptáculos.

NOTA: En instalaciones existentes con receptáculos que no sean “grado-hospital”, no es necesario su reemplazo inmediato por receptáculos “grado hospital”, cuando se requiera reemplazar receptáculos, se deben instalar “grado hospital”. En ampliaciones, remodelaciones o adecuaciones, deben instalarse íntegramente receptáculos “grado hospital”.

(c)

) Areas de pediatría. Los receptáculos instalados en áreas de pediatría deben tener una protección o cubierta resistente para evitar que los niños introduzcan objetos en las aberturas donde se alojan las barras para conexión de la clavija.

51 7-19 Areas de atención crítica

(a) Circuitos derivados para camas de pacientes. Cada cama de paciente debe tener cuando menos dos circuitos derivados, uno o más del sistema de emergencia y uno o más del sistema normal, cuando menos un circuito de emergencia debe alimentar a uno o varios receptáculos en esta ubicación de la cama. Todos los circuitos de la fuente de suministro normal, deben partir del mismo panel o tablero de alumbrado y control. Los receptáculos del sistema de emergencia deben estar identificados y también deben indicar el panel o tablero de alumbrado y control desde donde se alimentan, así como el número del circuito derivado correspondiente.

Excepción 1: Los circuitos derivados que alimentan sólo a receptáculos y a equipo de uso especial, pueden estar alimentados desde otros paneles o tableros de alumbrado y control de la fuente normal.

Excepción 2: Areas de atención crítica que son servidas por dos desconectadores de transferencia independientes entre sí del sistema de emergencia, no requieren que tengan circuitos de la fuente normal.

(b) Receptáculos para camas de pacientes.

(1) Cantidad mínima y su alimentación del sistema. Cada cama de paciente debe estar provista como mínimo de seis receptáculos, cuando menos uno debe ser conectado como sigue:

a. El circuito derivado del sistema normal requerido en 517-19 (a)

b. A un circuito derivado del sistema de emergencia alimentado por un desconectador de transferencia diferente de los otros desconectadores que suministran energía a otros receptáculos de la misma área.

(2) Características de los receptáculos. Estos deben ser sencillos o dobles o una combinación de ellos. Todos los receptáculos, seis o más, deben ser del tipo “Grado Hospital” y estar así identificados, cada receptáculo debe contar con una conexión desde su terminal de puesta a tierra, hasta el punto de referencia a tierra en el panel o tablero para alumbrado y control, esta conexión debe ejecutarse por medio de un conductor aislado de cobre para puesta a tierra del equipo.

(c) Conexión para puesta a tierra en la vecindad del paciente (opcional). Se permite un punto de referencia de puesta a tierra del equipo en la vecindad del paciente, éste podrá contener uno o más conectores para este propósito. El conductor para la conexión entre el punto de puesta a tierra del equipo en la vecindad del paciente y los receptáculos no debe ser menor que 5,26mm² (10 AWG) y deberá utilizarse para conectar la terminal de puesta a tierra de todos los receptáculos con el punto de referencia de puesta a tierra del equipo en la vecindad del paciente.

El arreglo del conductor de puesta a tierra puede ser radial o en anillo.

NOTA: Cuando no exista punto de puesta a tierra del equipo en la vecindad del paciente, es importante que la distancia entre el punto de referencia de puesta a tierra del sistema aislado o del panel o tablero de alumbrado y control y la vecindad del paciente sea lo más corto posible para minimizar cualquier diferencia de tensión.

(d) Puesta a tierra de los paneles o tableros de alumbrado y control y los tableros de distribución. Donde se utilice un sistema de distribución eléctrica puesto a tierra y se usa, ya sea canalización metálica o cable tipo MC o tipo MI, continuidad de la puesta a tierra en los tableros de distribución y en los paneles o tableros para alumbrado y control, debe asegurarse en cada terminal o punto de unión de la canalización o del cable tipo MC y tipo MI con la envolvente metálica del equipo, por una de las siguientes maneras:

(1) Un monitor metálico de puesta a tierra y un conductor de cobre dimensionado de acuerdo con lo indicado en 250-95 conectado del monitor a la barra de puesta a tierra del equipo.

(2) Efectuar la conexión de la canalización metálica o cables MC o MI al tablero, por medio de bridas terminales roscadas planas o bridas de copa.

(3) Otros dispositivos aprobados tales como contratuerca o monitores aprobados para puesta a tierra.

(e) Técnicas de protección adicional en áreas de atención crítica (opcional). Se permite el uso de sistemas eléctricos aislados en áreas de atención crítica y si se usa, el equipo para sistemas eléctricos aislados debe ser aprobado para este propósito y el sistema debe ser diseñado, instalado y probado para estar de acuerdo con lo indicado en la sección 51 7-160.

Excepción: Se permite que los indicadores auditivos y visibles del monitor de aislamiento de línea se localicen en la estación de enfermeras responsables del área de atención.

(f) Puesta a tierra del sistema eléctrico aislado. Donde se utilice una fuente de energía aislada no puesta a tierra y se limite la primera falla de corriente eléctrica a una baja magnitud, se permite que el conductor de puesta a tierra asociado con el circuito secundario esté fuera de la canalización de los conductores de energía del mismo circuito.

NOTA: Aun cuando se permite que el conductor de puesta a tierra, se instale fuera de la canalización, es más seguro que el conductor esté junto con los conductores de energía, lo cual garantiza una baja impedancia en el caso de una segunda falla a tierra o corto circuito entre líneas, propiciando mejor operación de las protecciones.

(g) Puesta a tierra de receptáculos para uso especial. El conductor de puesta a tierra de equipos para receptáculos de usos especiales, como la operación de un equipo móvil o portátil de rayos X, debe continuarse hasta el punto de referencia de puesta a tierra, de los circuitos derivados en todos los lugares probables de utilización de estos receptáculos. Donde este circuito especial se alimente de un sistema eléctrico aislado no puesto a tierra, no se requiere que el conductor de puesta a tierra se instale con los conductores de energía, sin embargo, la terminal de puesta a tierra del equipo de uso especial debe conectarse al punto de referencia de puesta a tierra.

51 7-20 Locales húmedos

(a) Receptáculos y equipos fijos. **Todos los receptáculos y equipo fijo dentro del local mojado deben tener una protección para el personal con interruptor de circuito por falla a tierra, si la interrupción de energía bajo condiciones de falla puede ser tolerada. Cuando esta interrupción no sea tolerada, la alimentación debe ser por un sistema de energía aislado.**

Excepción: Circuitos derivados que alimenten solamente a equipo terapéutico y para diagnóstico fijo y aprobado, podrán alimentarse de un servicio normal puesto a tierra, ya sea monofásico o trifásico siempre que:

(1). El alambrado para los circuitos aislados y de los circuitos puestos a tierra no ocupen las mismas canalizaciones, y

(2). Todas las superficies conductoras del equipo estén puestas a tierra.

(b) Sistema eléctrico aislado. Donde se utilice un sistema eléctrico aislado, el equipo debe estar aprobado para este propósito e instalado de tal manera que cumpla con lo requerido en el 517-160.

NOTA: Para los requisitos de la instalación en albercas y tinas terapéuticas, véase la Parte F del Artículo 680.

(c) Pruebas mínimas.

Los interruptores de falla a tierra (GFCI) grado hospital y los receptáculos con este tipo de protección, deben de probarse para que operen a menos de 6 mA.

517-21 Interruptor de circuito por falla a tierra para protección de personas. **No se requiere protección para personas con interruptor de circuito por falla a tierra en receptáculos instalados en áreas de cuidados críticos, donde el lavabo sea instalado dentro del cuarto del paciente.**

51 7-30 Sistemas eléctricos esenciales para hospitales

(a) Aplicación. **Las disposiciones de la Parte C, Secciones 517-30 a 517-35 deben aplicarse a hospitales donde se requiera el sistema eléctrico esencial.**

NOTA: Para información adicional sobre la instalación de bombas centrífugas contra incendios, véase el Apéndice B2.

(b) Disposiciones generales

(1) Sistemas separados. **El sistema eléctrico esencial para hospitales debe estar compuesto por dos subsistemas independientes capaces de suministrar una cantidad limitada de energía eléctrica para el servicio de alumbrado y fuerza, considerado esencial para la seguridad de la vida y la operación segura y efectiva durante el tiempo que el servicio eléctrico normal se interrumpe por cualquier razón. Estos dos subsistemas deben ser el subsistema de emergencia y el subsistema para equipos.**

(2) Sistemas de emergencia. **El sistema de emergencia debe estar limitado a circuitos esenciales para la seguridad de la vida y para atención crítica de pacientes. Estos están designados como circuitos derivados para la seguridad de la vida y circuitos derivados críticos.**

(3) Sistema de equipo. **El sistema para equipos debe suministrar energía al equipo principal necesario para la atención a los pacientes y a la operación básica del hospital.**

(4) Desconectador de transferencia. **El número de desconectadores de transferencia se debe basar en la confiabilidad, diseño y consideraciones de carga. Cada circuito derivado del sistema de emergencia y cada circuito del sistema de equipos tendrá uno o más desconectadores de transferencia, como se observa en las figuras 517-30 (a) y (b). Se permite que un desconectador de transferencia alimente uno o más circuitos derivados o subsistemas en una instalación, con una demanda máxima en el sistema eléctrico esencial de 150 KVA.**

NOTA: Para mayor información de las características y de los requerimientos de funcionamiento, operación, mantenimiento y pruebas, de los desconectadores de transferencia automáticos y no automáticos para hospitales y centros ambulatorios, Apéndices B1 y B2.

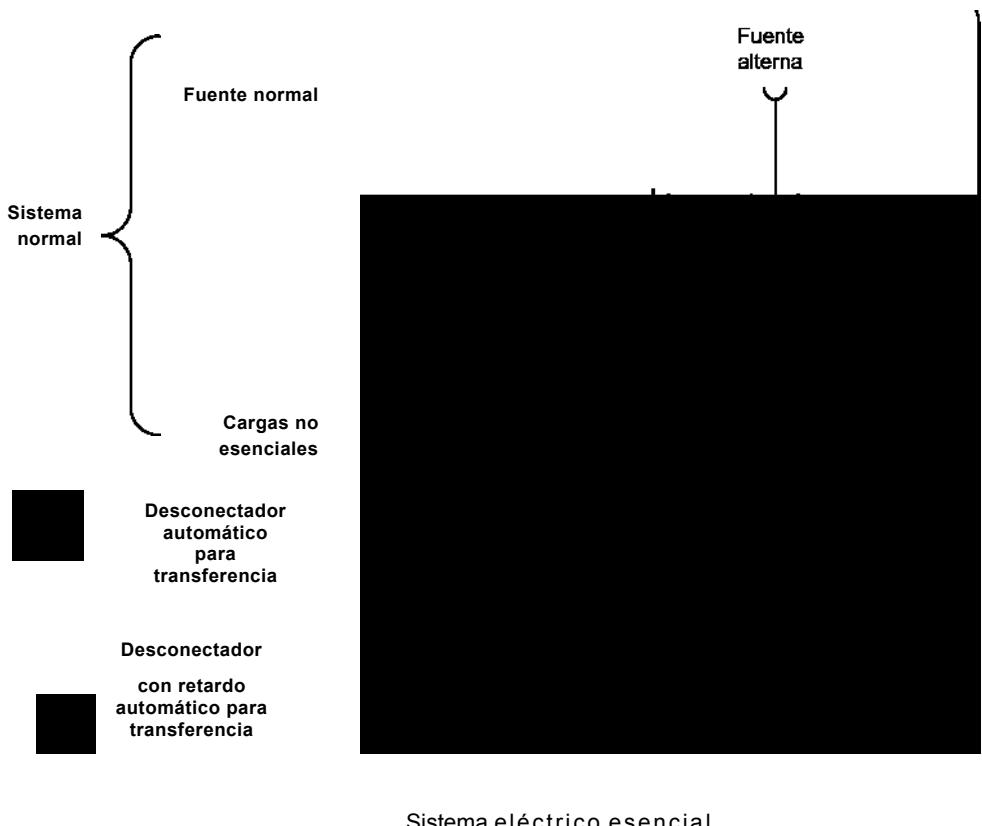


FIGURA 51 7-30 (a).- Hospitales y lugares de atención de la salud para pacientes ambulatorios – Requisito mínimo de desconectadotes para transferencia.

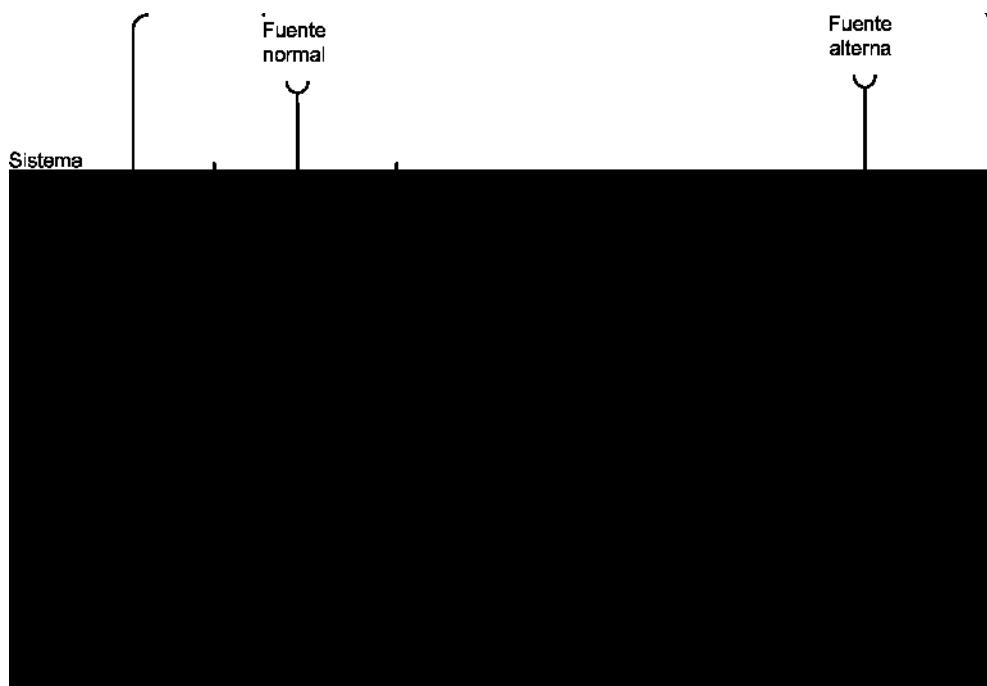


FIGURA 51 7-30 (b).- Hospitales y lugares de atención de la salud para pacientes ambulatorios – Requisito mínimo de un desconectador para transferencia con carga de hasta 150 kVA.

(5) Otras cargas. Las cargas alimentadas por el equipo generador y que no estén específicamente mencionadas en las secciones 517-32, 517-33 y 517-34, deben alimentarse por su propio desconectador de transferencia de tal forma que estas cargas:

- (a) No sean transferidas en caso de que se produzca una sobrecarga al equipo generador; y
- (b) Se disconnecten automáticamente al producirse una sobrecarga en el equipo generador.

(6) lugares contiguos. Se permite que las fuentes de alimentación normal y fuentes alternas de un hospital, alimenten a sistemas eléctricos esenciales de otros lugares contiguos o del mismo predio.

NOTA: Para información adicional, véase los Apéndices B1 y B2.

(c) Requisitos de alambrado

(1) Separación de otros circuitos. Los circuitos derivados de seguridad de la vida y los derivados críticos del subsistema de emergencia deben estar completamente independientes uno del otro y de cualquier otro alambrado de equipos y no deben ocupar las mismas canalizaciones, cajas, o gabinetes. Los alambrados de los circuitos derivados de seguridad de la vida y derivados críticos, se permite que ocupen las mismas canalizaciones cajas o gabinetes de otros circuitos que no sean parte de estos circuitos derivados donde tales alambrados cumplan con lo siguiente:

(1): Estén dentro del gabinete del equipo de transferencia; o

(2): Estén dentro de las salidas o luminarios de emergencia que son alimentadas de dos fuentes independientes, o

(3): Estén dentro de una caja de conexiones anexa a la salida de una luminario de emergencia alimentada de dos fuentes independientes, o

(4): Alámbrado de dos o más circuitos de emergencia alimentados desde el mismo circuito derivado.

Se permite que el alámbrado de un sistema de equipo ocupe la misma canalización, caja o gabinete de otros circuitos que no sean parte del sistema de emergencia.

(2) Sistema eléctrico aislado. Donde los sistemas eléctricos aislados estén instalados en algunas de las áreas dadas en las Secciones 517-33(a) (1) y 51 7-33(a) (2) cada sistema debe ser alimentado por un circuito individual sin alimentar otra carga.

Protección mecánica del sistema de emergencia. El alámbrado de un sistema de emergencia para un hospital debe estar protegido mecánicamente por una canalización metálica rígida o cable armado tipo MI.

Excepción 1: Los cordones y cables flexibles de aparatos u otros equipos de utilización, conectados al sistema de emergencia, no requieren alojarse en canalizaciones.

Excepción 2: Los circuitos secundarios de los transformadores para sistemas de comunicaciones o señalización, no se requiere que estén alojados en canalizaciones, a menos que se especifique otra cosa en los capítulos 7 u 8.

Excepción 3: Se permite el tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado si los circuitos derivados no alimentan áreas de atención a pacientes y si no se prohíbe en otra parte de esta norma.

Excepción 4: Donde esté ahogado en concreto no-menos de 50 mm de espesor, se permite utilizar tubo (conduit) rígido no metálico tipo ligero o tubería eléctrica no metálica, en circuitos derivados que no alimenten áreas de atención a pacientes.

Excepción 5: Se permite el uso de canalizaciones metálicas flexibles y cables armados, en módulos prefabricados grado médico para montaje en muro, mobiliario aprobado para oficinas o donde sea necesaria una conexión flexible al equipo.

NOTA: Ver la sección 517-13 (a) y (b) para requisitos adicionales de puesta a tierra en áreas de atención al paciente,

(d) Capacidad de sistemas. El sistema eléctrico esencial, debe tener capacidad suficiente para satisfacer la demanda de la operación de todas las funciones y equipos alimentados por cada sistema y sus circuitos derivados.

Los alimentadores deben dimensionarse de acuerdo con lo indicado en los Artículos 215 y 220. El (los) grupo(s) generador(es) debe(n) tener capacidad suficiente y un rango adecuado para cubrir la demanda requerida por la carga de los sistemas eléctricos esenciales en cualquier momento.

El cálculo de la demanda para dimensionar el (los) generador(es) debe basarse en:

- (1) factores prudentes de demanda y datos históricos, o
- (2) carga conectada, o
- (3) procedimiento de cálculos de alimentadores como se describe en el Artículo 220, o
- (4) cualquier combinación de las anteriores consideraciones.

Los requisitos para dimensionar lo descrito en 700-5 y 701-6 no deben aplicarse en al grupo o grupos generadores para hospitales.

(e) Identificación de receptáculos. La cubierta de las placas para los receptáculos eléctricos o los mismos receptáculos eléctricos o ambos, alimentados del sistema de emergencia deben tener un color distintivo o una marca que los haga fácilmente identificables.

NOTA: Para información adicional, véase los apéndices B1 y B2.

517-32 Circuito derivado de seguridad de la vida. Al circuito derivado de la seguridad de la vida no debe conectarse ninguna otra función diferente a las mencionadas en los incisos del (a) al (g) de esta sección. El circuito derivado de seguridad de la vida del sistema de emergencia debe alimentar las siguientes funciones de: alumbrado, receptáculos y los equipos indicados en esta Sección (incisos a, b, c, d, f y g).

(a) Iluminación de las rutas de evacuación. La iluminación de las rutas de evacuación tales como: circulaciones, pasillos, escaleras y áreas que acceden a las puertas de salida o de acceso a zonas seguras y en general a todas las vías necesarias que conduzcan a las mismas, se permite un arreglo en la disposición de circuitos para transferir alumbrado de los pasillos de encamados del circuito general al nocturno siempre y cuando se pueda seleccionar sólo uno de ellos y que ambos circuitos no puedan interrumpirse al mismo tiempo.

(b) Señalización de salidas. Las señales de salida y flechas que indiquen las rutas de evacuación hasta las áreas seguras.

(c) Sistemas de alarma y alerta. Los sistemas de alarma y alerta incluyen lo siguiente:

(1) Alarmas contra incendio.

(2) Alarmas para los sistemas utilizados en tuberías de gases para uso médico no inflamables.

NOTA: Para mayor información, ver Apéndices B1 y B2.

(d) Sistemas de comunicación. Sistemas de comunicación en hospitales, donde se usan para transmitir instrucciones durante condiciones de emergencia.

(e) Local del grupo generador. Alumbrado del área de maniobras de las baterías de la planta de emergencia y del cargador del banco de baterías y receptáculos seleccionados.

(f) Elevadores. Iluminación en las cabinas de los elevadores, sistemas de control, señalización y comunicación.

(g) Puertas automáticas. Puertas operadas automáticamente utilizadas para la evacuación de edificios.

NOTA: Para mayor información ver Apéndices B1 y B2.

517-34. Conexión del sistema de equipo a la fuente alterna de energía. El sistema de equipo debe ser instalado y conectado a la fuente alterna de energía, de tal manera que el equipo descrito en 517-34 (a) se restablezca automáticamente en operación en un intervalo de tiempo apropiado, después de energizar al sistema de emergencia. Estos arreglos también proveen la conexión subsiguiente del equipo descrito en 517-34 (b).

NOTA: Para mayor información, ver Apéndices B1 y B2.

Excepción: Se permite para los sistemas eléctricos esenciales menores de 150 kVA suprimir el intervalo de tiempo para retraso de la conexión automática del sistema para equipos.

(a) Equipo para conexión de retardo automático. El siguiente equipo debe ser conformado para una conexión con retardo automático a la fuente alterna de energía.

(1) Sistemas centrales de succión que sirvan a funciones médicas y quirúrgicas incluyendo los controles. Tales sistemas de succión son permitidos en el circuito derivado crítico.

(2) Las bombas de desagüe u otro equipo cuya operación sea requerida para la seguridad de aparatos importantes, incluyendo sus sistemas asociados de control y alarma.

(3) Sistemas de aire comprimido grado médico que sirvan a funciones médicas y quirúrgicas incluyendo los controles. Tales sistemas de aire son permitidos en el circuito derivado crítico.

(4) Sistemas de control de humos o de presurización de escaleras o ambos.

(5) Sistemas de inyección o extracción o ambos para campanas de cocina, si se requiere su operación durante un incendio al interior o debajo de la campana.

Excepción. Cuando los estudios de ingeniería indiquen que es necesario, se permite la conexión con retardo automático secuencial a la fuente alterna de energía, para prevenir sobrecargas al generador.

(b) Equipo para conexión de retardo automático o manual. El siguiente equipo debe ser planeado para conexión de retardo automático o manual a la fuente alterna de energía:

(1) Equipo para calefacción y/o refrigeración en salas de cirugía, de parto, de labor, de recuperación, de terapia intensiva y cuidados coronarios, de pediatría, y de urgencias, cuartos generales de pacientes y cuartos de aislamiento por infección, así como, las bombas de agua (bomba piloto), necesaria para mantener presurizado el sistema básico de protección contra incendio.

Excepción: La calefacción de cuartos generales de pacientes y cuarto de aislamiento por infección durante la interrupción de la fuente normal de energía, no se requiere bajo ninguna de las siguientes condiciones:

a. Si la temperatura exterior de diseño es mayor que -6,7°C.

b. Si la temperatura externa de diseño es menor que -6,7°C, y donde se ha provisto un cuarto seleccionado para las necesidades médicas de todos los pacientes confinados, únicamente este cuarto requiere calefacción.

(c) Las instalaciones servidas por una doble fuente normal de energía.

NOTA 1: La temperatura de diseño está basada en el 97,5% del valor de diseño. Ver Apéndice B2.

NOTA 2: Para descripción de una doble fuente normal de energía, véase la nota de la Sección 517-35 (c).

(2) Un elevador seleccionado para proporcionar servicio a pacientes entre salas de cirugía, salas de expulsión (parto) y planta baja durante una interrupción de la fuente normal. En los casos de la interrupción de la fuente normal que provoque un paro de los otros elevadores entre pisos, se deben proveer elementos de transferencia que permitan el funcionamiento temporal de cualquier elevador para poder liberar a los pacientes u otras personas que hayan quedado atrapadas entre pisos.

(3) Sistemas de ventilación e inyección, retorno y extracción para climatización de cuartos de aislamiento de infecciones, cuartos de protección del medio ambiente, ventiladores de extracción de humos en campanas de laboratorios, áreas de medicina nuclear donde se use material radioactivo, evacuación de óxido de etileno y demás gases anestésicos. Donde la conexión eléctrica de retardo automático no es apropiada, tales sistemas de ventilación se permite sean colocados en el circuito derivado crítico.

NOTA: Para mayor información, ver Apéndices B1 y B2

(4) Cámaras hiperbáricas.

(5) Cámaras hipobáricas.

(6) Puertas operadas automáticamente.

(7) Un mínimo de autoclaves de operación eléctrica, se permite que estén conformados para conectarse en forma automática o manual, a la fuente alterna de energía.

(8) Controles para equipos listados en la Sección 517-34.

(9) Se permite que otros equipos seleccionados sean conectados al sistema de equipos. NOTA: Para mayor información, ver Apéndices B1 y B2.

51 7-35. Fuentes de energía

(a) Dos fuentes de energía independientes. Los sistemas eléctricos esenciales deben tener un mínimo de dos fuentes de energía independientes. Una fuente normal que generalmente alimente a todo el sistema eléctrico y una o más fuentes alternas para uso cuando se interrumpa el servicio normal.

(b) Fuente alterna de energía. La fuente alterna de energía debe ser una de las siguientes:

(1) Uno o varios generadores accionados por alguna clase de fuerza motriz y ubicados en el predio.

(2) Otra(s) unidad(es) generadora(s) donde la fuente normal consista de unidad(es) generadora(s) ubicada(s) en el predio.

(3) Una acometida de energía externa cuando la fuente normal consista de unidad(es) generadora(s) localizada(s) en el predio.

(c) Ubicación de los componentes del sistema eléctrico esencial. Deben darse consideraciones de cuidados externos en la ubicación de los locales donde se encuentren los componentes del sistema eléctrico esencial, para minimizar interrupciones causadas por fuerzas naturales comunes en el área (por ejemplo: tormentas, inundaciones, terremotos y riesgos creados por estructuras o actividades contiguas).

También debe considerar la posible interrupción de los servicios eléctricos normales, como resultado de causas similares, así como la interrupción del servicio eléctrico normal debido a las fallas internas del alambrado o de los equipos.

NOTA: En instalaciones cuya fuente de energía normal tenga dos o más acometidas independientes provenientes de subestaciones diferentes del servicio eléctrico normal, es más confiable que aquellas que tengan una sola acometida. La doble fuente de suministro normal, consiste de dos o más servicios de energía eléctrica alimentados desde subestaciones independientes o desde una red de distribución del suministrador con múltiples fuentes de alimentación dispuestos con independencia mecánica y eléctrica, de tal manera que una falla entre las instalaciones, las fuentes generadoras o subestaciones del suministrador, no es causa probable de una interrupción en más de uno de los alimentadores que suministran el servicio al lugar para atención de la salud.

517-40. Sistemas eléctricos esenciales para enfermerías y áreas de atención limitada

(a) Aplicación. **Los requisitos de la Parte C, Secciones 517-40 (c) a 517-44, deben aplicarse a enfermerías y en lugares de atención limitada.**

Excepción: **Los requisitos de la Parte C, Secciones 517-40 (c) hasta 517-44, no deben aplicarse a edificios independientes utilizados como enfermerías y lugares de atención limitada, siempre que se aplique lo siguiente:**

1. Que se mantengan políticas de no admisión y de altas que impidan la provisión de cuidados ininterrumpidos para pacientes o residentes que puedan requerir equipo eléctrico de soporte a la vida.

2. Que no se ofrezca un tratamiento quirúrgico que requiera anestesia general.

3. Que esté provista de sistema(s) automático(s) operado(s) con baterías o equipo que debe ser efectivo por lo menos 1,5 horas y esté por otra parte, de acuerdo con lo indicado en la Sección 700-12. Además, debe ser capaz de suministrar alumbrado de emergencia para puertas y corredores de salidas, escaleras, centrales de enfermeras, áreas de preparación médica, casas de máquinas y áreas de comunicaciones. Este sistema debe también suministrar energía para operar todos los sistemas de alarma y alerta.

NOTA: Para mayor información, ver Apéndices B1 y B2.

(b) Servicios de cuidados de hospitalización a pacientes. **Las enfermerías y lugares de atención limitada que proporcionan servicios de hospitalización deben cumplir con lo requerido en la Parte C, Sección 517-30 a 517-35.**

(c) Instalaciones contiguas o ubicadas dentro de hospitales. **Se permite que las enfermerías y lugares de atención limitada contiguas o ubicadas dentro de hospitales tengan su sistema eléctrico esencial alimentado por el del hospital.**

NOTA: Para información operación, mantenimiento y pruebas requeridas de sistemas eléctricos esenciales en enfermerías y lugares de atención limitada, ver Apéndices B.1 y B.2.

517-41. Sistemas eléctricos esenciales

(a) Disposiciones generales. Los sistemas eléctricos esenciales para enfermerías y áreas de atención limitada deben constar de dos circuitos derivados capaces de suministrar una cantidad limitada de servicios de alumbrado y fuerza, los cuales sean considerados esenciales para la seguridad de la vida y la operación efectiva de la institución durante el tiempo que se interrumpa el servicio eléctrico normal por cualquier causa. Estos dos circuitos derivados independientes deben ser el de seguridad de la vida y el derivado crítico.

NOTA: Para información ver Apéndices B.1 y B.2.

(b) Desconectadores de transferencia. El número de desconectadores de transferencia a utilizar se debe basar en la confiabilidad, diseño y consideraciones de carga. Cada circuito derivado del sistema eléctrico esencial debe estar alimentado por uno o más desconectadores de transferencia, como se observa en la figura 517-41

(a). Se permite que un desconectador de transferencia alimente a uno o más circuitos derivados o sistemas eléctricos esenciales en una instalación con una demanda máxima en el sistema eléctrico esencial de 150 kVA como se observa en la figura 517-41 (b).

NOTA: Para información sobre la selección, operación, mantenimiento y pruebas requeridas a los desconectadores de transferencia en enfermerías y lugares de atención limitada ver Apéndices B.1 y B.2.

(c) Capacidad del sistema. El sistema eléctrico esencial debe tener la capacidad para satisfacer la demanda de la operación de todas las funciones y de los equipos, alimentados por cada circuito derivado en forma simultánea.

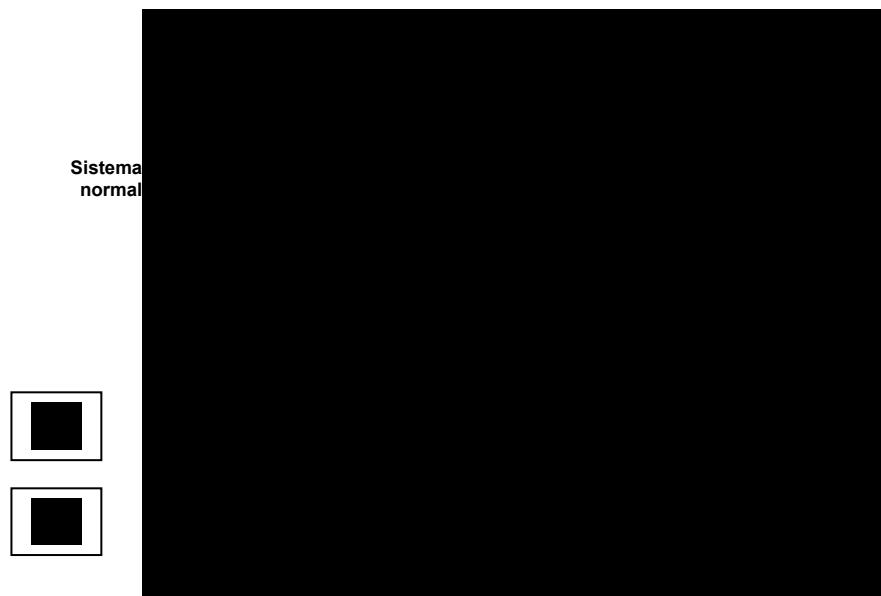
(d) Separación de otros circuitos. El circuito derivado de seguridad de la vida debe estar totalmente independiente de otros alambrados y equipos, y no ocupar la misma canalización, cajas o gabinetes de otros alambrados, excepto en los casos siguientes:

- (1) En desconectadores de transferencia.
- (2) En luminarios alimentados desde dos fuentes para señalización de rutas de evacuación.
- (3) En cajas de conexiones comunes conectadas a los luminarios de salida o emergencia alimentadas desde dos fuentes.

Se permite que el alambrado del circuito derivado crítico ocupe las mismas canalizaciones, cajas o gabinetes de otros circuitos que no sean parte del circuito derivado de seguridad de la vida.

Sistema eléctrico esencial

FIGURA 51 7-41 (a) Enfermerías y lugares de cuidados de la salud para la atención a pacientes con limitaciones – Requisito mínimo para transferencia



517-42 Conexión automática al circuito derivado de seguridad de la vida. **El circuito derivado de seguridad de la vida debe ser instalado y conectado a una fuente alterna de energía de manera que todas las operaciones de los servicios especificados en esta Sección se restablezcan automáticamente para su funcionamiento en un lapso menor que 10 s después de la interrupción de la fuente normal. Ninguna otra función que las instaladas 517-42 (a) hasta 517-42 (g) deben conectarse al circuito derivado de seguridad de la vida. El circuito derivado de seguridad de la vida debe suministrar energía para alumbrado, receptáculos y equipos:**

NOTA: El circuito derivado de seguridad de la vida es llamado el Sistema de emergencia, véase Apéndice B1 y B2.

(a) Iluminación de las rutas de evacuación. La iluminación de las rutas de evacuación, tal como el alumbrado requerido para circulaciones, pasillos, escaleras, helipuerto y acceso a puertas de salida y de las vías necesarias para llegar a las salidas y áreas seguras. Se permite un arreglo para transferir el alumbrado de pasillos de encamados a los circuitos generales de alumbrado, siempre que uno de los dos circuitos se seleccione y que ambas fuentes de energía no puedan interrumpirse al mismo tiempo.

(b) Señalización de salidas. **Las señales de salidas y señales direccionales de salida.**

(c) Sistemas de alarma y alerta. **Los sistemas de alarma y alerta incluyen lo siguiente:**

(1) **Alarms de incendio.**

(2) **Alarms requeridas por los sistemas de distribución de gases medicinales no inflamables.**

NOTA: Para mayor información consultar el Apéndice B1 y B2.

(d) Sistemas de comunicación. **Sistemas de comunicación, cuando éstos se utilicen para transmitir instrucciones durante las situaciones de emergencia.**

(e) Comedores y áreas de recreación. **Luminarios suficiente en comedores y áreas de recreación para proveer iluminación en las rutas de salida.**

(f) Local del grupo generador. **El alumbrado del área de trabajo y receptáculos seleccionados en el lugar destinado para el grupo generador, además de iluminación de emergencia a base de baterías.**

(g) Elevadores. **Iluminación en las cabinas de los elevadores, sistemas de control, comunicación y señalización en elevadores.**

NOTA: Para mayor información puede consultarse el Apéndice B1 y B2.

517-43 Conexión a un circuito derivado crítico. **El circuito derivado crítico debe instalarse y conectarse a la fuente alterna de energía, de forma que el equipo citado en 517-43 (a) se restablezca automáticamente a intervalos de tiempo apropiados siguiendo la secuencia de restablecimiento de la operación del circuito derivado de seguridad de la vida. Esta conformación debe también proceder para la conexión adicional del equipo listado en 517-43 (b) por otros retardadores automáticos o de operación manual.**

Excepción: **Para sistemas eléctricos esenciales hasta de 150 kVA, se permite la conexión con retardo automático del subsistema de equipos.**

(a) **Conexión automática con retardo. El siguiente equipo debe conectarse al circuito derivado crítico y adecuarse para una conexión automática con retardo a la fuente alterna de energía.**

(1) **Areas de atención de pacientes. Iluminación de trabajo y receptáculos seleccionados en:**

a. **Areas de preparación de medicamentos.**

b. **Areas de despacho en farmacias.**

c. **Central de enfermeras**

(2) **Bombas para desagüe y otros equipos y otros equipos requeridos para operar con mayor seguridad los aparatos y sus sistemas de control y alarmas.**

(3) **Sistemas de control de detección de humos y presurización de escaleras.**

(4) **Sistemas de inyección y extracción para gases y humos en campanas de cocina, que requieran operar durante un incendio en o bajo la campana.**

(5) **Sistemas de inyección, retorno y extracción para cabinas en cuartos de aislados por infección.**

(b) **Conexión manual o automática con retardo. El siguiente equipo debe conectarse al circuito derivado crítico y adecuarse ya sea para una conexión manual o automática con retardo de tiempo a la fuente alterna de energía.**

(1) **Equipo de calefacción para cuartos de pacientes.**

E

xcepción: La calefacción de cuartos de pacientes durante la interrupción de la fuente normal no se requiere bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(a). La temperatura exterior de diseño es mayor que $-6,7^{\circ}\text{C}$; o

(b). La temperatura externa de diseño es menor que $-6,7^{\circ}\text{C}$, y donde se ha provisto un cuarto seleccionado para las necesidades médicas de todos los pacientes que se alberguen, únicamente este cuarto requiere calefacción, o

(c). La instalación está alimentada por una fuente doble de energía como la descrita en 517-44

(c). NOTA: La temperatura exterior de diseño está basada en el 97,5% del valor de diseño, véase Apéndice B2.

(2) Elevador de servicio. En los casos en que la interrupción de energía provoque el paro de elevadores entre pisos, la instalación debe permitir la operación temporal de cualquier elevador para liberar a los pasajeros. Para los requisitos de alumbrado, control y sistemas de señalización, de la cabina del elevador, véase la Sección 517-42 (g).

(3) Iluminación, receptáculos y equipos adicionales se permitirán conectarse solamente al circuito derivado crítico.

NOTA: Para mayor información ver Apéndice B1 y B2.

517-44. Fuentes de energía

(a) Dos o más fuentes independientes de energía. Los sistemas eléctricos esenciales deben tener un mínimo de dos fuentes independientes de energía: una fuente normal generalmente alimentando al sistema eléctrico total y una o más fuentes alternas para su uso cuando la fuente normal se interrumpe.

NOTA – Para mayor información consultar los documentos apropiados apéndices B1 y B2.

(b) Fuente alterna de energía. La fuente alterna de energía debe ser uno o varios generadores accionados por alguna forma de motores primarios y localizados en el mismo predio del usuario.

Excepción 1: Donde la fuente normal consista de unidades generadoras en el predio, la fuente alterna deberá ser cualquier otro grupo generador o un servicio externo.

Excepción 2: Las enfermerías y los lugares de atención limitada que cumplan los requerimientos de la excepción del 517-40 (a) se permite el uso de un sistema de baterías o batería auto contenida o integrada con el equipo.

NOTA – Para mayor información consultar los documentos apropiados apéndices B1 y B2.

(c) Ubicación de los componentes de sistemas eléctricos esenciales. Se debe considerar cuidadosamente la ubicación de los lugares destinados a los componentes del sistema eléctrico esencial para minimizar las interrupciones ocasionadas por siniestros propios del área (por ejemplo, tormentas, inundaciones, terremotos o peligros creados por estructuras o movimientos colindantes). Se debe considerar la posible interrupción de los servicios eléctricos normales que resulten por causas similares, así como posibles interrupciones del suministro normal debido a fallas del equipo y del alambrado interno.

NOTA: En instalaciones cuya fuente de energía normal tenga dos o más acometidas independientes provenientes de una estación central el servicio eléctrico normal es más confiable que aquellas que tengan una sola acometida. Esta doble fuente de suministro normal, consiste de dos o más servicios de energía eléctrica alimentados desde grupos generadores independientes o desde una red de distribución del suministrador, con múltiples fuentes de alimentación dispuestos con independencia mecánica y eléctrica, de tal manera que una falla entre las instalaciones y las fuentes generadoras no es causa probable de una interrupción en más de uno de los alimentadores que suministran el servicio.

517-45. Sistemas eléctricos esenciales para otras instalaciones en lugares de atención de la salud

Esta sección cubre los requisitos de seguridad para las instalaciones o parte de ellas, que suministran servicios de diagnóstico y tratamiento a pacientes en otras áreas de atención a la salud que no sean hospitales, enfermerías o lugares de atención limitada.

(a) Distribución eléctrica esencial. La fuente alterna del sistema de distribución eléctrica esencial debe ser una batería o un sistema generador.

NOTA – Para mayor información consultar los documentos apropiados apéndices B1 y B2.

(b) Equipo eléctrico para soporte de la vida. **Donde se requiera equipo eléctrico para soporte de la vida, el sistema de distribución eléctrica esencial debe ser como se describe en las Secciones 51 7-30 al 517-35.**

NOTA – Para mayor información consultar los documentos apropiados apéndices B1 y B2.

(c) Areas de atención crítica. **Donde existan áreas de atención crítica el sistema de distribución eléctrica esencial debe ser como se describe en las Secciones 517-30 al 517-35.**

NOTA – Para mayor información consultar los documentos apropiados apéndices B1 y B2.

Sistemas de energía. **Los sistemas de baterías deben instalarse de acuerdo con los requisitos del Artículo 700 y los sistemas de generación, deben ser como se describe en 51 7-30 al 517-35.**

51 7-60. Clasificación de locales de anestesia

NOTA: **Si cualquiera de los locales para anestesia definidos en 517-60 (a) y (b) es designado un local húmedo debe de cumplir con la sección 517-20.**

(a) Areas peligrosas (clasificadas)

(1) Utilización de áreas. **En un local donde se apliquen por inhalación gases anestésicos inflamables, el volumen hasta 1,52 m del nivel del piso debe considerarse como área peligrosa (clasificada) Clase 1 División 1. El volumen restante hasta la estructura del plafón se considera que está arriba de un área peligrosa (clasificada). Véase sección 500-7 (b) (3).**

NOTA – Para mayor información consultar los documentos apropiados apéndices B1 y B2.

(2) Locales para almacenamiento. **Cualquier local en el cual se almacenen anestésicos inflamables o agentes desinfectantes volátiles inflamables se debe considerar área Clase 1 División 1 de piso a techo. Cualquier local en el cual se almacenen anestésicos inflamables o agentes desinfectantes volátiles inflamables se debe considerar área Clase 1 División 1 de piso a techo.**

(b) Areas distintas a las (clasificadas) peligrosas. **Cualquier local para aplicación de anestesia por inhalación, diseñado para el uso exclusivo de agentes anestésicos no inflamables, no se debe considerar como área peligrosa (clasificada).**

51 7-61 Alambrado y equipo

(a) Dentro de áreas peligrosas (clasificadas) en las que se aplican por inhalación gases anestésicos inflamables.

(1) Aislamiento. **Excepto como se permite en 517-160, cada circuito de energía dentro o parcialmente dentro de un área peligrosa (clasificada), como se define en la sección 517-60 (a), debe aislarse de cualquier sistema de distribución mediante el uso de un sistema eléctrico aislado.**

NOTA: Para mayor información véase los documentos apropiados apéndices B1 y B2.

(2) Diseño e instalación. **El equipo del sistema eléctrico de energía aislado debe estar aprobado para este propósito y el sistema debe estar diseñado e instalado para cumplir las condiciones de la Parte G.**

(3) Equipo funcionando a más de 10 V. **En las áreas peligrosas (clasificadas) referidas en 517-60 (a), todo el alambrado y equipo fijo y todo equipo portátil o móvil incluyendo luminarios y otros equipos que operen a más de 10 V entre conductores, debe cumplir con los requisitos indicados en 501-1 y 501-15 y en 501-16 (a) y (b) para áreas peligrosas (clasificadas) Clase 1 División 1. Todos los equipos deben estar aprobados específicamente para las atmósferas peligrosas involucradas.**

NOTA: Para mayor información véase los documentos apropiados apéndices B1 y B2.

(4) Extensión de área. **Si una caja, dispositivo, accesorio o envolvente, se encuentra parcial pero no totalmente dentro de un área peligrosa (clasificada), el área peligrosa incluirá a toda la caja, dispositivo, accesorio o envolvente involucrado.**

5) Receptáculos y clavijas. **Los receptáculos y clavijas dentro del área peligrosa (clasificada), deben estar aprobados para uso en áreas peligrosas (clasificadas) Clase 1 Grupo C y contemplar la conexión de un conductor para puesta a tierra.**

6) Cordones flexibles. **Los cordones flexibles utilizados en áreas peligrosas (clasificadas) para la conexión de equipo portátil o móvil, incluso luminarios que funcionen a más de 8 V entre conductores, deben ser aprobados para uso extra rudo de acuerdo con lo indicado en la Tabla 400-4, e incluir un conductor adicional para puesta a tierra de equipos.**

7) Almacenamiento para el cordón flexible. **Se debe incluir un dispositivo para guardar al cordón o el cable flexible, no se debe someterse al cordón o cable a dobleces de un radio menor que 80 mm.**

b) Arriba de áreas peligrosas (clasificadas)

1) Métodos de alambrado. **El alambrado por arriba de áreas peligrosas (clasificadas) descritas en 517-60 (c), debe instalarse en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o ligero, cable tipo MI o cable tipo MC con una cubierta continua y metálica sellada al paso de vapores y gases.**

2) Envoltorios de equipos. **El equipo instalado que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como luminarios y portalámparas para alumbrado fijo, desconectadores, cortacircuito, generadores, motores u otros equipos con escobillas deslizantes, debe de ser del tipo totalmente cerrado o construido de forma que evite el escape de chispas o partículas de metal.**

Excepción: **Los receptáculos montados en los muros arriba de 1,66 m del área peligrosa (clasificada) en locales de anestésicos inflamables, no requieren estar totalmente resguardados o sus aberturas cubiertas o protegidas para prevenir la dispersión de partículas.**

3) Luminarios. **Los luminarios quirúrgicas y otros luminarios (Aparatos de alumbrado) deben cumplir con lo establecido en 501-9 (b).**

Excepción 1: **Las limitaciones de temperatura superficial expuestas en 501-9(b) (2) no se aplican.**

Excepción 2: **Los desconectadores integrados o colgantes localizados arriba del área peligrosa (clasificada), que no pueden ser introducidos al área peligrosa (clasificada), no requieren ser a prueba de explosión.**

4) Sellos. **Los sellos de canalizaciones y cables aprobados deben colocarse de acuerdo con lo indicado en 501-5 y 501-5 (a) (4), en los límites tanto horizontales como verticales del área peligrosa (clasificada).**

5) Receptáculos y clavijas. **Los receptáculos y clavijas localizados arriba del área peligrosa (clasificada), deben estar aprobados para su uso en hospitales y para las características de tensión eléctrica, frecuencia, capacidad, y número de conductores, con una terminal para la conexión de un conductor de puesta a tierra. Este requisito se debe aplicar a los receptáculos y clavijas de dos polos, tres hilos del tipo para puesta a tierra, una fase, 120 V y 127 V nominales para corriente alterna.**

6) Receptáculos y clavijas para 208 V o 220 V o 250 V, 50 A y 60 A. **Las clavijas y receptáculos para 208 V o 220 V 250 V. nominales, para la conexión de equipo médico de 50 A y 60 A de corriente alterna instalados arriba de áreas peligrosas (clasificadas), deben seleccionarse de forma que el receptáculo de 60 A reciba indistintamente clavijas de 50 A o 60 A. y los receptáculos de 50 A deben seleccionarse para no aceptar clavijas de 60 A. Las clavijas deben ser de dos polos, tres hilos con una tercer terminal para la conexión del conductor aislado (verde o verde con franja amarilla) de puesta a tierra de equipo al sistema eléctrico alimentador.**

c) Otras áreas distintas a las áreas peligrosas (clasificadas).

1) Métodos de alambrado. **El alambrado que sirve a otras áreas distintas a las peligrosas (clasificadas), como se define en 517-60 (c), debe instalarse en canalización metálica o cable armado metálico. La canalización o cable armado metálico debe estar aprobado como un conductor eficiente de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 250-91(b). Los cables tipo MC y tipo MI deben tener una armadura o cubierta exterior metálica identificada como un conductor eficiente para puesta a tierra. Ver secciones 51 7-13 (a) y (b) y 517-160.**

Excepción: **Los receptáculos colgantes que empleen cordones flexibles tipo SJO o equivalente, suspendidos a no-menos de 1,80 m del piso, no requieren ser instalados en, canalización metálica o cable armado.**

2) Receptáculos y clavijas. **Los receptáculos y clavijas instalados en áreas distintas a las áreas peligrosas (clasificadas), deben estar aprobados para uso en hospitales y para las características en cuanto a tensión, frecuencia, capacidad nominal y número de conductores con una terminal para la conexión de un conductor de puesta a tierra. Este requisito se debe aplicar a los tipos de dos polos, tres hilos de puesta a tierra, una fase, 120 V, 127 V y hasta 250V nominales para corriente alterna.**

3) Receptáculos y clavijas para 208 V o 220 V o 250 V, 50 A y 60 A. **Las clavijas y receptáculos para 208 V o 220 V o 250 V nominales, para la conexión de equipo médico de 50 A y 60 A utilizado en áreas distintas a las peligrosas (clasificadas), deben seleccionarse de forma que el receptáculo de 60 A reciba indistintamente clavijas de 50 A o 60 A. y los receptáculos de 50 A deben seleccionarse para no aceptar clavijas de 60 A. Las clavijas deben ser de dos polos, tres hilos con un conector para la conexión a un conductor aislado (verde o verde con una franja amarilla) para puesta a tierra del equipo al sistema eléctrico alimentador.**

51 7-62. Puesta a tierra. **En cualquier área de anestesia, todas las canalizaciones metálicas y cables con pantallas metálicas y todas las partes conductoras metálicas no portadoras de corriente eléctrica de equipo eléctrico fijo, deben ser puestas a tierra. La puesta a tierra en locales Clase 1 División 1 debe cumplir con lo indicado en 501-1 6.**

Excepción: **El equipo que opere a no más de 10 V entre conductores no requiere ser puesto a tierra.** 51

51 7-64. Equipo e instrumentos de baja tensión

a) Requisitos para equipo. El equipo de baja tensión que esté en contacto con el cuerpo de personas o tengan partes metálicas expuestas que puedan ser energizadas deben:

- 1) Operar a potenciales eléctricos de 10 V o menos, o
- 2) Estar aprobado como intrínsecamente seguro o como equipo con doble aislamiento, o
- 3) Ser resistente a la humedad.

b) Fuentes de energía. La energía para el equipo, aparato o dispositivo de baja tensión debe suministrarse desde:

1) Un transformador de aislamiento portátil individual para cada equipo (no se deben usar auto transformadores) conectado por medio de un cordón y clavija a un receptáculo de un circuito eléctrico aislado, o

2) Un transformador de aislamiento común de baja tensión, instalado en un área distinta al área peligrosa (clasificada), o

- 3) Baterías secas individuales para cada equipo, o

4) Baterías comunes, compuestas por celdas de almacenamiento, colocadas en un área distinta al área peligrosa (clasificada).

c) Circuitos aislados. Los transformadores de aislamiento individuales portátiles o comunes que suministren energía a circuitos de baja tensión deben tener:

- 1) Medios apropiados para aislar el circuito primario del secundario, y
- 2) El núcleo y la envolvente o cubierta metálica conectada a tierra.

d) Controles. Se permite el uso de dispositivos a base de resistencias o de impedancias para controlar equipo de baja tensión, pero éstos no deben ser utilizados para limitar la tensión eléctrica máxima disponible para el equipo.

e) Aparatos alimentados con baterías. Los aparatos energizados por baterías no deben ser recargados mientras estén en operación, a menos que su circuito de carga incorpore un transformador de aislamiento integrado al equipo.

f) Receptáculos o clavijas. Los receptáculos o clavijas que se usen en circuitos de baja tensión deben ser de un tipo que no permita una conexión intercambiable con circuitos de mayor tensión eléctrica.

NOTA 1: Para mayor información véase los documentos apropiados apéndices B1 y B2.

NOTA 2: Cualquier interrupción del circuito, aun en circuitos de tensión eléctrica tan baja como 10 V provocada por algún desconectador o conexiones flojas o defectuosas en cualquier punto del circuito, puede producir una chispa suficiente para encender agentes anestésicos inflamables.

E. Instalaciones para rayos X

Nada de lo descrito en esta parte puede ser interpretado como una especificación de seguridad contra del rayo útil o radiación dispersa de los equipos generadores de rayos X.

NOTA: Para ser responsabilidad sanitaria y de salud, para información adicional sobre los requisitos de seguridad contra las radiaciones de varias clases de equipos de rayos X, para los requisitos técnicos, la seguridad radiológica, las prácticas y especificaciones técnicas. Ver apéndice B1.

51 7-71. Conexión al circuito alimentador

a) Equipo fijo y estacionario. El equipo de Rayos X fijo y estacionario debe ser conectado al circuito alimentador por medio de un método de alambrado que cumpla con los requisitos generales de esta norma.

Excepción: Equipo debidamente alimentado por un circuito derivado cuya capacidad especificada no excede los 30 A, puede alimentarse a través de una clavija apropiada con cordón o cable para servicio rudo o pesado.

b) Equipo portátil, móvil y transportable. Para equipo portátil, móvil o transportable de rayos X, no se requiere circuito derivado individual cuando su capacidad no excede de 60 A.

c) Suministro con tensión eléctrica superior a 600 V. **El equipo y circuitos que operan con tensiones eléctricas superiores a 600 V, deben cumplir con el Artículo 710.**

51 7-72. Medios de desconexión

a) Capacidad. **El circuito alimentador, para un equipo de rayos X, debe contar con un medio de desconexión con adecuada capacidad del 50% como mínimo del régimen momentáneo o de 100% del régimen prolongado del equipo de rayos X, cualquiera que sea mayor.**

b) Ubicación. **El medio de desconexión debe ser operable desde un lugar fácilmente accesible desde la consola de control del equipo de rayos X.**

c) Equipo portátil y móvil. **Para equipo conectado a circuitos derivados de 120 V o 127 V y 30 A o menos, se permite el uso de receptáculos y clavijas del tipo de puesta a tierra de capacidad apropiada como medio de desconexión.**

517-73. Capacidad de conducción de corriente de los conductores y de las protecciones por sobrecorriente

a) Equipo de diagnóstico

1) Circuitos derivados. **La capacidad de conducción de corriente de los conductores de un circuito derivado y de los dispositivos de protección por sobre corriente no debe ser inferior a 50% de la capacidad de corriente eléctrica de régimen momentáneo o de 100% del régimen prolongado, cualquiera que sea mayor.**

2) Circuitos alimentadores. **La capacidad de conducción de corriente de los conductores y de los dispositivos de protección por sobre corriente de los alimentadores para dos o más circuitos derivados que alimenten unidades de Rayos X no debe ser menor que 50% de la demanda máxima instantánea del equipo más grande de Rayos X, más 25% de la demanda máxima instantánea de la siguiente unidad de mayor capacidad, más 10% de la demanda momentánea de cada uno de los otros equipos de diagnóstico médico de Rayos X. Donde se hagan exámenes simultáneos biplanares con unidades de Rayos X, los conductores de alimentación y los dispositivos de protección por sobre corriente deben ser del 100% de la demanda máxima instantánea de corriente eléctrica de cada unidad de Rayos X.**

NOTA: El conductor de menor tamaño nominal para circuitos derivados y alimentadores está también determinado por los requerimientos de regulación de la tensión eléctrica. Para una instalación específica, el fabricante usualmente especifica tamaños mínimos de transformadores de distribución y conductores, capacidad de corriente eléctrica de los medios de desconexión y de la protección por sobre corriente.

b) Equipo terapéutico. **La capacidad de conducción de corriente de los conductores y de los dispositivos de sobre corriente no debe ser menor que 100% de la capacidad de corriente eléctrica del equipo médico de rayos X para terapia.**

NOTA: La capacidad de los conductores de circuito derivado, del medio de desconexión y de las protecciones por sobre corriente de los equipos médicos de rayos X, normalmente es establecida por el fabricante para la instalación específica.

51 7-74. Conductores del circuito de control

a) Número de conductores alojados en una canalización. **El número de conductores de los circuitos para control, alojados en una canalización, debe ser determinado de acuerdo con lo indicado en 300-1 7.**

b) Tamaño mínimo de los conductores. **En los circuitos para controles y la operación de los equipos de rayos X, sus dispositivos y equipos auxiliares, se permite el uso de alambres y de cordones flexibles calibres 0,824 mm² (18 AWG) o de 1,31 mm² (16 AWG) como se especifica en 727-27, siempre y cuando su protección por sobrecorriente no sea mayor que 20 A.**

51 7-75. Instalaciones de equipo. **Todo equipo para nuevas instalaciones médicas de rayos X y todos los equipos de rayos X usados y reacondicionados o reconstruidos, para ser trasladados y reinstalados en otro local, deben ser del tipo aprobado y contar con la documentación aprobada por la autoridad que tenga jurisdicción.**

517-76. Transformadores y capacitores. **No se requiere que los transformadores y capacitores que formen parte de un equipo de rayos X, cumplan con lo establecido en los Artículos 450 y 460. Los capacitores deben montarse dentro de envolventes de material aislante o de metal puesto a tierra.**

51 7-77. Instalación de cables de alta tensión para equipo de rayos X. **Los cables con pantalla puesta a tierra para conexión de tubos de rayos X y para intensificadores de imagen, se permite que sean instalados en soportes para cables tipo charolas o en ductos suministrados por el fabricante, junto con los conductores de control, de alimentación y derivados, sin requerir de barreras que separen los conductores.**

51 7-78. Protección contra daños y puesta a tierra.

a) Partes de alta tensión. **Todas las partes de alta tensión eléctrica, incluyendo los tubos de rayos X, deben montarse en envolvente puestas a tierra. Se podrá usar aire, aceite, gas u otra sustancia aislante apropiada**

para aislar la alta tensión de la envolvente, chasis o cubierta metálica puesta a tierra. La conexión desde el transformador de alta tensión a los tubos de rayos X y otros componentes de alta tensión, deberá hacerse con cables para alta tensión con pantalla puesta a tierra.

b) Cables de baja tensión. Los aislamientos de los conductores y cables para baja tensión que conectan dispositivos, equipos y aparatos sumergidos en aceite y no completamente sellados, tales como: transformadores, condensadores, enfriadores de aceite y desconectadores de alta tensión, deben tener aislamiento de tipo resistente al aceite entre otras características.

c) Partes metálicas que no llevan corriente eléctrica. Las partes metálicas que no conducen corriente eléctrica del equipo de rayos X y del equipo asociado al mismo como consolas de controles, mesas, soportes de tubo de rayos X, tanque de transformadores, cables blindados, cabezales o envolventes para tubo de rayos X, etc., deben ser conectados a tierra como se especifica en el Artículo 250 modificado sólo como se menciona en 517-13 (a) y (b).

F. Sistemas de comunicaciones, de señalización, de información, de señalización de protección contra incendio y para tensiones eléctricas menores a 127 V

51 7-80. Areas para atención de pacientes. El mismo nivel de aislamiento de los conductores instalados en circuitos para sistemas de distribución eléctrica en áreas para atención de pacientes, se debe aplicar en los conductores de los sistemas de intercomunicación, señalización, datos o informática, alarmas contra incendio y sistemas menores de 127 V nominales.

NOTA: Un medio aceptable para proporcionar aislamiento del sistema de llamado paciente enfermera es mediante el uso de señales no eléctricas de comunicación inalámbrica, con dispositivos de control sostenidos por el paciente o que estén a su alcance.

51 7-81. Areas distintas a las de atención al paciente. En otras áreas distintas a las de atención al paciente, las instalaciones deben estar de acuerdo con las disposiciones apropiadas indicadas en los Artículos 640, 725, 760 y 800.

51 7-82. Transmisión de señales entre aparatos.

a) Generalidades. Para la instalación permanente del alambrado desde aparatos eléctricos en la vecindad del paciente a un aparato remoto, debe emplearse un sistema de transmisión de señales que prevenga la conexión peligrosa de puesta a tierra de los aparatos.

NOTA: Véase 517-13 (a) y (b), para puesta a tierra adicional requerida en área de atención y vecindad del paciente.

b) Puesta a tierra común para conductores de señales. Se permite usar un sistema común de puesta a tierra (por ejemplo, una carcasa o chasis para conectar una terminal del conductor de señales de transmisión), entre aparatos eléctricos localizados en la vecindad del paciente, siempre que los aparatos sean servidos y conectados al mismo punto de referencia a tierra.

51 7-1 60. Sistemas eléctricos aislados

a) Instalaciones

1) Circuitos eléctricos aislados. Cada circuito eléctrico aislado debe controlarse por un desconectador que tenga un polo para la desconexión en cada conductor de circuito aislado, para interrumpir simultáneamente toda la energía. El aislamiento puede lograrse por medio de uno o más transformadores que no tengan conexión eléctrica entre los devanados primario y secundario; por medio de conjuntos motor generador, o por medio de un sistema aislado de baterías.

2) Características del circuito. Los circuitos que alimenten los primarios de los transformadores de aislamiento deben operar a no más de 600 V entre conductores y deben tener una apropiada protección para sobrecorriente. La tensión eléctrica secundaria de tales transformadores no debe exceder de 600 V entre conductores de cada circuito. Todos los circuitos alimentados desde tales secundarios no deben ser puestos a tierra, y deben tener un dispositivo de protección por sobrecorriente aprobado de valor nominal adecuado para cada conductor. Los circuitos alimentados directamente desde las baterías o del conjunto motor generador no deben ser puestos a tierra, y deben protegerse por sobrecorriente de la misma manera que los circuitos secundarios alimentados del transformador. Si existe una pantalla electrostática, debe conectarse al mismo punto de puesta a tierra de referencia.

3) Ubicación del equipo. Los transformadores de aislamiento, los conjuntos motor generador, las baterías y cargadores de baterías y los dispositivos por sobrecorriente asociados al primario o secundario, no deben

instalarse en áreas peligrosas (clasificadas). El alambrado del circuito secundario aislado que se extiende a áreas peligrosas (clasificadas) de anestesia, debe instalarse de acuerdo con lo indicado en la Sección 501-4.

4) Transformadores de aislamiento. Un transformador de aislamiento no debe alimentar más de una sala de operación, excepto lo especificado en (a) y (b) siguientes.

Para los propósitos de esta Sección, se considera que las salas de inducción de anestesia son parte de la sala de operación o salas alimentadas por las salas de inducción.

(a) Salas de inducción: Si una sala de inducción alimenta más de una sala de operación, se permite que los circuitos aislados de la sala de inducción se alimenten desde el transformador de aislamiento de cualquiera de las salas de operación alimentadas por esa sala de inducción.

(b) Alta tensión: Se permite que los transformadores de aislamiento alimenten receptáculos sencillos en varias áreas de pacientes cuando:

(1) Los receptáculos estén reservados para alimentar equipos que necesiten 150 V o más, por ejemplo unidades de rayos x portátiles, y

(2) Los receptáculos y clavijas no sean intercambiables con los receptáculos del sistema local eléctrico aislado.

5) Identificación de conductores. Los conductores de un circuito aislado físicamente deben identificarse como sigue:

Conductor aislado físicamente 1 - naranja.

Conductor aislado físicamente 2 - café.

Para sistemas eléctricos aislados trifásicos, el tercer conductor debe identificarse con el color amarillo. Donde los conductores del circuito aislado físicamente alimenten receptáculos monofásicos de 127 V, 15 A y 20 A, el conductor o conductores naranja se deben conectar a la 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 el alambrado de los circuitos. No deben usarse compuestos para el alambrado de los circuitos que incrementen la constante dieléctrica, en los conductores secundarios del suministro de los circuitos del sistema eléctrico aislado.

NOTA 1: Es recomendable limitar el tamaño del transformador de aislamiento a 10 kVA o menos y usar aislamiento de conductores con baja corriente de fuga que satisfagan los requisitos de impedancia.

NOTA 2: Si se reduce al mínimo la longitud de los conductores del circuito derivado y se utilizan aislamientos de conductores con una constante dieléctrica menor que 3,5 y una resistencia de aislamiento correspondiente a una constante mayor que $6\ 100\ M\Omega\cdot m$ a $16\ ^\circ C$, se reduce la corriente de fuga de la línea a tierra, reduciéndose la corriente peligrosa.

b) Monitor de aislamiento de línea

1) Características. Además de los dispositivos de control y de protección por sobrecorriente usuales, cada sistema eléctrico aislado debe estar provisto con un monitor de aislamiento de línea que opere continuamente para indicar la corriente peligrosa total. El monitor debe estar diseñado de tal manera que, mientras el sistema esté aislado de tierra en forma adecuada, permanezca encendida una lámpara señalizadora de color verde, que pueda verse fácilmente por las personas en cada área alimentada por el sistema eléctrico aislado. Cuando la corriente peligrosa total (que consiste en posibles corrientes de fuga resistivas y capacitativas) entre cualquier conductor aislado físicamente y tierra alcance un valor cercano a 5 mA, bajo condiciones de tensión eléctrica nominal, debe encenderse una lámpara señalizadora de color rojo y una alarma audible (remota si se desea). El monitor de línea no debe activarse la alarma para valores menores a 3,7 mA o para una corriente peligrosa total de menos de 5 mA.

Excepción: Se permite el diseño de un sistema que opere a un valor menor que el límite de la corriente peligrosa total. En un monitor de aislamiento de línea para tal sistema se permite reducir el valor, pero no debe ser menor que 35% del correspondiente límite de la corriente peligrosa total, y la corriente peligrosa total del monitor consecuentemente debe reducirse a no más de 50% del valor de alarma de la corriente peligrosa total.

2) Impedancia. El monitor de aislamiento de línea debe ser diseñado de modo que tenga impedancia interna suficiente para que, cuando se conecte apropiadamente al sistema aislado, la corriente máxima interna que pueda circular a través del monitor de aislamiento de línea, debe ser de 1 mA, cuando haya algún punto del sistema aislado puesto a tierra.

Excepción: Se permite que el monitor de aislamiento de línea sea del tipo de baja impedancia, de tal manera que la corriente eléctrica a través de él, cuando cualquier punto del sistema aislado sea puesto a tierra, no exceda el doble del valor de alarma para un periodo no mayor que 5 ms.

NOTA: La reducción de corriente peligrosa del monitor, siempre y cuando esta reducción resulte en un incremento de valores de "no alarma" para la corriente peligrosa de falla, aumenta la capacidad del circuito.

3) Ampérmetro. En un lugar plenamente visible del monitor de aislamiento de línea, se debe conectar un ampérmetro calibrado a la corriente peligrosa total del sistema (Corriente peligrosa de falla más la corriente peligrosa del monitor), con la zona de "alarma situada" aproximadamente al centro de la escala.

Excepción: Se permite que el monitor de aislamiento físico de línea opere como una unidad compuesta, con una sección sensora cableada a un panel con pantalla separada, en la que estén ubicadas las funciones de alarma o prueba

NOTA: Se recomienda instalar el ampérmetro de modo que sea plenamente visible para todas las personas que haya en el lugar de aplicación de anestesia.

ARTICULO 518-LUGARES DE REUNION

518-2. Clasificación general.

- a) Ejemplos. Los lugares de reunión incluyen, pero no están limitados a:
- Auditorios
 - Auditorios en:
 - Establecimientos de negocios
 - Establecimientos comerciales
 - Instituciones educativas
 - Otras instalaciones
 - Bares, cantinas y discotecas
 - Boliches y billares
 - Capillas funerarias
 - Comedores
 - Cuarteles
 - Gimnasios
 - Iglesias y templos
 - Mercados
 - Museos
 - Pistas de patinaje
 - Restaurantes
 - Salas de conferencias
 - Salas de espera de pasajeros
 - Salas de exhibición
 - Salas de juzgados
 - Salones de baile
 - Salones de clubes
 - Salones de reunión
 - Salones de usos múltiples
 - Salas de albercas
 - Teatros y cines

b) Inmuebles múltiples. La ocupación de cualquier salón o espacio para propósitos de reunión de menos de 100 personas en un edificio o en otro local que está destinado para otro uso, debe clasificarse como parte del otro local, es decir, para los fines a que está destinado y estará sujeto a las disposiciones que le sean aplicables.

c) Areas de teatro. Cuando una plataforma o saliente de una estructura de un edificio o parte del mismo se destina para escenario, o para representaciones teatrales o musicales, ya sea fija o portátil, el alambrado de esta área y todo el equipo utilizado en ésta, así como el equipo portátil y la instalación para uso en producciones musicales que no esté conectado en forma permanente, debe cumplir con lo establecido en el Artículo 520.

518-3 Otros Artículos

a) Areas peligrosas (clasificadas). El alambrado y el equipo eléctrico en las áreas peligrosas (clasificadas) localizadas en lugares de reunión, deben cumplir con lo establecido en el Artículo 500.

b) Alambrado provisional. En salas de exhibición, de conferencias y de exposiciones, el alambrado temporal se debe instalar de acuerdo con lo indicado en el Artículo 305. Se permite tender sobre el suelo los cables y cordones flexibles aprobados para uso rudo y extra rudo, si están protegidos del contacto con el público en general. No deben aplicarse los requisitos de la Sección 305-6 sobre interruptores de circuito por falla a tierra.

Excepción: Cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que solamente personas calificadas prestan servicio técnico a la instalación, se permite utilizar cordones o cables flexibles identificados en la Tabla 400-4 para uso rudo o extra rudo, en soportes tipo charola, solamente para alambrado provisional. Todos los cordones o cables deben instalarse en una sola capa. A cada soporte tipo charola se le debe colocar un letrero permanente a intervalos no superiores a 6 m, el letrero debe llevar lo siguiente:

SOPORTE TIPO CHAROLA PARA CABLES PARA ALAMBRADO PROVISIONAL UNICAMENTE

c) Sistema de emergencia. El control de los sistemas de emergencia debe cumplir con lo establecido en el Artículo 700.

518-4. Métodos de alambrado.

(a) Generalidades. Los métodos fijos de alambrado deben ser en canalizaciones metálicas o en canalizaciones no metálicas embebidas en concreto con un espesor no menor que 5 cm, empleando conductores con aislamiento resistente a la propagación de incendios, de baja emisión de gas ácido halogenado y de baja emisión de humos, o con cables tipos MC o MI que contengan un conductor aislado de puesta a tierra, dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-95.

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 diseñada a prueba de fuego. Se permite instalar cables con pantalla no metálica, tubería no metálica y tubo (conduit) rígido no metálico en los edificios o parte de ellos que, de acuerdo con la norma de construcción aplicable, no requieren ser a prueba de propagación de incendio.

NOTA: La construcción a prueba de propagación de incendio es la clasificación de resistencia al fuego que se utiliza en las normas de construcción.

(c) Espacios con acabados clasificados. Se permite instalar tubería no metálica y tubo (conduit) rígido no metálico en restaurantes, salas de conferencia y reuniones de hoteles o moteles, comedores colectivos y lugares de culto religioso, en donde:

(1) La tubería no metálica o el tubo (conduit) rígido no metálico se instalen ocultos dentro de las paredes, pisos y techos, siempre y cuando éstos ofrezcan una barrera térmica de un material con clasificación de resistencia al fuego del acabado de 15 min como mínimo, según se establece en las listas de ensambles clasificados como resistentes al fuego.

(2) La tubería eléctrica no metálica o tubo (conduit) rígido no metálico se instalen sobre plafones suspendidos, cuando éstos ofrezcan una barrera térmica de material con una clasificación de resistencia al fuego del acabado mínima de 15 min, según se establece en las listas de ensambles clasificados como resistentes al fuego.

La tubería eléctrica no metálica y el tubo (conduit) rígido no metálico no se reconocen para su utilización en otros espacios utilizados para el manejo de aire ambiental, de acuerdo con la Sección 300-22(c).

NOTA: Se establece una clasificación del acabado para ensambles 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 121°C o una elevación de temperatura individual de 163°C, medida sobre el plano de la madera más cercano del fuego. No se pretende que una clasificación del acabado represente una clasificación para un plafón de membrana.

518-5. Salidas de alimentación. Los tableros de distribución portátiles y el equipo portátil de distribución deben alimentarse solamente desde una salida de alimentación de potencia con suficiente valor nominal de corriente y tensión eléctricas. Dicha salida de alimentación debe protegerse con dispositivos contra sobrecorriente. Los dispositivos de sobrecorriente y las salidas de potencia no deben estar accesibles al público en general. Se deben tener medios para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos. El neutro de los alimentadores para un suministro con atenuadores de luz de estado sólido de tres fases cuatro hilos, debe considerarse como un conductor portador de corriente eléctrica.

ARTICULO 525-ATRACCIONES MOVILES, CIRCOS, FERIAS Y EVENTOS SIMILARES

525-6. Protección del equipo eléctrico. **El equipo eléctrico y los métodos de alambrado de juegos mecánicos en parques de diversiones, concesiones u otras unidades deben estar provistos con protección mecánica cuando tal equipo o métodos de alambrado estén sujetos a daño físico.**

B. Instalación

525-1 0. Fuentes de alimentación

- a) Sistemas derivados separadamente
- (1) Generadores. **Los generadores deben cumplir los requisitos del Artículo 445.**
- (2) Transformadores. **Los transformadores deben cumplir los requisitos aplicables de las Secciones 240-3(a), (b), (c) y (d); Sección 250-26 y Artículo 450.**
- b) Acometida. **La acometida debe instalarse de acuerdo con los requisitos aplicables del Artículo 230, y además deben cumplir con los requisitos siguientes:**
 - 1) Guardas. **El equipo de acometida no debe instalarse en un lugar que sea accesible a personas no calificadas, a menos que el equipo esté encerrado bajo llave.**
 - 2) Montaje y ubicación. **El equipo de acometida debe montarse sobre un soporte sólido e instalarse de tal manera que esté protegido de la intemperie, a menos que su construcción sea a prueba de intemperie.**

525-1 2. Distancia al suelo de conductores aéreos

a) Distancias verticales. **Los conductores deben tener una distancia vertical al suelo de acuerdo con 225-18. Estas distancias deben aplicarse solamente al alambrado instalado en el exterior de carpas y concesiones.**

b) Distancias a juegos mecánicos y atracciones. **Los juegos mecánicos y atracciones deben estar mantenidos a una distancia no menor que 4,5 m en cualquier dirección, de conductores aéreos que operen a 600 V o menos, a excepción de los conductores que los alimenten. Los juegos mecánicos o atracciones no deben estar ubicados bajo los conductores aéreos o a menos de 4,5 m medidos horizontalmente, con respecto a los conductores que operen a más de 600 V.**

525-1 3. Métodos de alambrado

a) Tipo. **A menos que otra cosa se indique en este Artículo, los métodos de alambrado deben cumplir con los requisitos aplicables de los Capítulos 1 al 4 de esta norma. Cuando se utilicen cables o cordones flexibles deben ser de tipo extra rudo. Cuando se utilicen cables o cordones flexibles y no estén expuestos a daño físico, se permite que sean aprobados para uso rudo. Cuando se utilicen en exteriores, los cordones y cables flexibles también deben estar aprobados para lugares mojados y deben ser resistentes a la luz solar.**

b) Monoconductores. **Se permite el uso de cables monoconductores de tamaño nominal de 33,6 mm² (2 AWG) o mayor.**

c) Conductores desnudos. **Los conductores desnudos están prohibidos excepto que formen parte de un ensamble aprobado o guirnalda de iluminación instalada de acuerdo con el Artículo 225.**

d) Empalmes. **Los cordones o cables flexibles deben ser continuos sin empalmes o derivaciones entre las cajas o accesorios. No debe haber conectores de cables en el suelo, a menos que estén aprobados para lugares húmedos. Los conectores y conexiones de los cordones no deben colocarse en pasos de tráfico del público, o dentro de áreas accesibles al público, a menos que estén protegidos.**

e) Soporte. **El alambrado de un juego mecánico, atracción, carpa o estructura similar no debe estar soportado por otro juego o estructura, a menos que esté diseñado específicamente para ese propósito.**

f) Protección. **Los cordones o cables flexibles que se instalen sobre el piso, donde sean accesibles al público, deben estar cubiertos con rejillas no conductoras aprobadas. Las rejillas y los cables deben estar dispuestos de tal manera que no provoquen peligro al público al tropezar.**

g) Interior de carpas y concesiones. El alambrado eléctrico para alumbrado provisional colocado dentro de carpas y concesiones, debe instalarse firmemente, y en donde esté expuesto a daño físico, debe contar con protección mecánica. Todas las lámparas provisionales para iluminación general deben estar protegidas de ruptura accidental, mediante un accesorio adecuado o un portalámparas con protector.

525-14. Cajas y accesorios. Debe instalarse una caja o accesorio en cada punto de conexión, salida, punto de interrupción o de unión.

525-1 5. Cajas portátiles de distribución o cajas terminales. Las cajas de distribución portátiles o cajas terminales deben cumplir con las siguientes condiciones (a) hasta (d):

a) Construcción. Las cajas deben estar diseñadas de modo que ninguna parte energizada quede expuesta a contacto accidental. Cuando se hagan las instalaciones en exteriores, las cajas deben ser a prueba de intemperie y estar montadas de forma que el fondo de la envolvente no se encuentre a menos de 15 cm del piso.

b) Barras colectoras y terminales. Las barras colectoras deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador que a su vez alimente a la caja. Cuando los conductores terminen directamente en la barra colectora deben proveerse sus conectores.

c) Receptáculos y protección contra sobrecorriente. Los receptáculos deben tener una protección contra sobrecorriente instalada dentro de la caja. La protección contra sobrecorriente no debe exceder la capacidad de conducción de corriente del receptáculo, a excepción de lo permitido por el Artículo 430 para cargas de motores.

d) Conectores monopolares. Cuando se utilicen conectores monopolares, deben cumplir con lo indicado en 530-22.

525-1 6. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de equipo y conductores debe proveerse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 240.

525-17. Motores. Los motores y equipo asociado deben instalarse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 430.

525-18 Protección del personal mediante interruptor de circuito por falla a tierra.

a) Receptáculos de 120 V o 127 V, 15 A y 20 A, para uso general. Todas las salidas de receptáculos monofásicos de 120 V o 127 V, a 15 A y 20 A, utilizadas por el personal, deben tener protección mediante interruptores de circuito contra falla a tierra, aprobados para protección de personal. Se permite que el interruptor de circuito contra falla a tierra sea una parte integral de la clavija o que esté localizada en el cordón de alimentación, a una distancia no mayor que 30 cm de la clavija. Para los propósitos de esta Sección, se permiten conjuntos de cordones aprobados que incorporen protección mediante interruptores de circuito contra falla a tierra. El alumbrado de salida no debe conectarse a las terminales del lado de carga de un receptáculo con interruptor de circuito contra falla a tierra.

b) Receptáculos para artefactos. No se requiere que los receptáculos que alimenten elementos tales como equipos de cocción y refrigeración, que son incompatibles con los dispositivos con interruptor de circuito contra falla a tierra, tengan protección mediante interruptores de circuito contra falla a tierra.

c) Otros receptáculos. Se permite que otras salidas de receptáculos no cubiertas en (a) o en (b), tengan protección mediante interruptores de circuito contra falla a tierra para el personal, o debe contarse con un procedimiento escrito cuyo cumplimiento se exija en el sitio por una o más personas designadas para ese fin, para garantizar la seguridad de los conductores de puesta a tierra de equipos de todos los conjuntos de cordones y receptáculos, como se describe en la Sección 305-6(b).

525-21. Equipo. Se deben unir todos los siguientes equipos que estén conectados a la misma fuente de alimentación:

- 1) Canalizaciones metálicas y cables con cubierta metálica.
- 2) Envoltorios metálicos de equipo eléctrico.
- 3) Estructuras metálicas y partes metálicas de juegos mecánicos, concesiones, puestos de diversión, camiones y tractocamiones, u otro equipo que contenga o sirva de apoyo a equipo eléctrico.

525-22. Conductor de puesta a tierra de equipo. Todo equipo que requiera estar puesto a tierra, debe estarlo por medio de un conductor de puesta a tierra, de tipo y tamaño reconocido en 250-91(b) e instalado de acuerdo con el Artículo 250. El conductor de puesta a tierra de equipo debe estar unido al conductor puesto a tierra del sistema, en los medios de desconexión de la acometida, o en el caso de un sistema derivado separadamente tal como un generador, en el mismo generador o en el primer medio de desconexión principal suministrado para el generador. El conductor del circuito puesto a tierra no debe estar conectado al conductor de puesta a tierra de

equipo en el lado de la carga de los medios de desconexión de la acometida o en el lado de la carga de los medios de desconexión del sistema derivado separadamente.

D.

Medios de desconexión

525-30. Tipos y ubicación. **Cada juego mecánico o de diversiones y concesiones, deben estar provistos con un desconectador de fusibles o un interruptor automático localizado de manera visible y a no más de 1,8 m de la estación del operador. Los medios de desconexión deben ser de fácil acceso al operador, incluso cuando el juego o diversión se encuentre en operación. Cuando estén accesibles a personas no calificadas, la envolvente del desconectador de fusibles o el interruptor automático deben ser del tipo con cerradura o con candado. Un método permisible para abrir el circuito es un dispositivo de disparo de derivación que abra al fusible de desconexión o al interruptor automático cuando se cierre un desconectador localizado en la consola del operador del juego mecánico.**

ARTICULO 553-CONSTRUCCIONES FLOTANTES

553-2. Definición

Construcción flotante. Una construcción como se define en el Artículo 100 que flota en el agua, está amarrado en un lugar permanentemente, y tiene un sistema de acometida en el predio alimentada a través de la conexión de un alambrado permanente a un sistema de suministro eléctrico no localizado en el predio.

553-4. Localización del equipo de acometida. **El equipo de acometida para una construcción flotante debe ubicarse adyacente a la construcción, pero no dentro o sobre la misma.**

553-5. Conductores de acometida. **Se permite que un juego de conductores de acometida alimente a más de un equipo de acometida.**

553-6. Conductores alimentadores. **Cada construcción flotante debe estar alimentada por un juego individual de conductores alimentadores desde su equipo de acometida.**

Excepción: Cuando una construcción flotante tenga varios usuarios, se permite a cada usuario tener un juego de conductores alimentadores individual desde el equipo de acometida del usuario, hasta el tablero de distribución del mismo.

553-7. Instalación de acometidas y alimentadores

a) **Flexibilidad. Debe mantenerse la flexibilidad del sistema de alambrado entre la construcción flotante y los conductores de alimentación. Todo el alambrado debe instalarse de tal manera que el movimiento del agua en su superficie o a su nivel, no resulte en condiciones inseguras.**

b) **Métodos de alambrado. Se permite el uso de tubo (conduit) metálico o no metálico flexible a prueba de líquidos con accesorios aprobados para alimentadores y donde se requieran conexiones flexibles para la acometida. Se permiten cables de energía de uso extra rudo aprobados tanto para lugares mojados como resistentes a la luz del Sol, así como alimentadores para una construcción flotante cuando se requiera flexibilidad.**

NOTA: Véanse 555-1 y 555-6.

C. Puesta a tierra

553-8. Requisitos generales. **La puesta a tierra de partes eléctricas y no eléctricas en una construcción flotante debe hacerse mediante la conexión a una barra de puesta a tierra en el tablero de alumbrado y control de la construcción. La barra de puesta a tierra debe estar puesta a tierra a través de un conductor de puesta a tierra de equipo, aislado de color verde que corra con los conductores alimentadores y conectado a una terminal puesta a tierra en el equipo de acometida. La terminal de puesta a tierra en el equipo de acometida debe ponerse a tierra con el electrodo de puesta a tierra en la costa mediante el conductor aislado del electrodo de puesta a tierra.**

553-9. Neutro aislado. **El conductor del circuito puesto a tierra (neutro) debe ser un conductor aislado de color blanco. El conductor neutro debe conectarse a la terminal de puesta a tierra de equipo, en el equipo de acometida, y excepto por esta conexión, debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra de equipo, envolventes de equipo, y cualquier otra parte puesta a tierra. Las terminales del circuito neutro en el tablero de distribución, y en las cocinas unitarias para mostrador, secadoras de ropa, unidades de cocina montadas sobre barras de servicio, y otras similares, deben aislarse de las envolventes.**

553-10. Puesta a tierra de equipos

a) Sistemas eléctricos. **Todas las envolventes y partes metálicas expuestas de los sistemas eléctricos deben unirse a la barra de puesta a tierra.**

b) Aparatos electrodomésticos conectados por cordón. **Cuando requieran estar puestos a tierra los aparatos electrodomésticos conectados por cordón, deben estarlo por medio de un conductor de puesta a tierra de equipo en el cordón y una clavija del tipo de puesta a tierra.**

553-11. Unión de partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica. **Todas las partes metálicas en contacto con agua, toda la tubería metálica, y todas las partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica que puedan energizarse, deben unirse a la barra de puesta a tierra del tablero de alumbrado y control.**

ARTICULO 555-MARINAS Y MUELLES

555-3. Receptáculos. **Cuando se suministre energía desde la costa, las instalaciones para botes de 6 m o menos de largo deben estar equipadas con receptáculos de no menos de 20 A del tipo de seguridad y de puesta a tierra.**

Cuando se suministre energía desde tierra a instalaciones para botes de más de 6 m de largo, se deben proporcionar receptáculos de 30 A o más del tipo de seguridad y de puesta a tierra.

Los receptáculos de 15 A y 20 A, monofásicos, de 125 V o 127 V deben protegerse con interruptores de circuito de falla a tierra, diferentes a aquellos que suministran energía desde la costa a los botes ubicados en los muelles, embarcaderos, y otros lugares.

NOTA 1: Para las distintas configuraciones y capacidades nominales de los receptáculos y clavijas de seguridad y con puesta a tierra, así como para los receptáculos de seguridad del tipo puesta a tierra para instalaciones auxiliares de los barcos, véase el Apéndice B2.

NOTA 2: Al ubicar los receptáculos, se recomienda tener en cuenta el nivel máximo de la marea y la acción de las olas. Para establecer un plano de referencia, véase el Apéndice B2, para protección para marinas y puertos.

555-4. Medios de desconexiones. **Debe suministrarse un medio de desconexión fácilmente accesible, mediante el cual cada embarcación pueda quedar aislada de su circuito de alimentación. El medio de desconexión debe consistir en un interruptor automático o desconectador, o ambos, y debe estar localizado a la vista desde la desconexión de alimentación en la costa y estar previsto para constituir el medio de interrupción de la alimentación a la embarcación.**

555-5. Circuitos derivados. **Cada receptáculo individual que suministre energía desde la costa a las embarcaciones, debe alimentarse desde una salida de energía o tablero de alumbrado y control mediante un circuito derivado individual del tipo de tensión eléctrica y capacidad nominales que correspondan a las del receptáculo.**

NOTA: Los receptáculos de alimentación de tensión eléctrica diferentes a las tensiones marcadas en el receptáculo, pueden causar sobrecalentamiento o mal funcionamiento del equipo conectado. Por ejemplo si se alimentan cargas monofásicas, de tres hilos, a 120/240 V desde una fuente de tres hilos a 208Y/120 V.

555-6. Alimentadores y acometidas. **La carga para cada conductor del alimentador y conductor de acometida que alimenta receptáculos que suministran energía desde la costa a embarcaciones, debe ser calculada como se indica a continuación:**

De 1 a 4 receptáculos	100%	de la suma del valor nominal de los receptáculos
De 5 a 8	90%	"
De 9 a 14	80%	"
De 15 a 30	70%	"
De 31 a 40	60%	"
De 41 a 50	50%	"
De 51 a 70	40%	"
De 71 en adelante	30%	"

(a) En donde los lugares para atraque para embarcaciones tienen dos receptáculos específicamente para un muelle individual y estos receptáculos tienen diferentes tensiones (por ejemplo: uno de 30 A, 125 V, y otro de 50 A, 125/250 V), sólo se requiere calcular el receptáculo con la mayor demanda de kilowatts.

(b) Si la instalación que se monta incluye kilowatthorímetros auxiliares individuales para cada muelle, y se calcula usando los criterios mencionados en la sección 555-6, la demanda total de amperes se puede multiplicar por 0,9 para obtener la demanda final en amperes.

NOTA: Estos factores de demanda pueden ser inadecuados para áreas de calor o frío extremos, cuando los circuitos llevan equipos de aire acondicionado, calefacción o refrigeración.

555-7. Métodos de alambrado. El método de alambrado debe ser aprobado e identificado para uso en lugares mojados. En los alimentadores que deban tener cierta flexibilidad se permite el uso de cables portátiles de uso extra rudo aprobados tanto para lugares mojados como resistente a la luz del Sol.

NOTA: Para mayor información sobre los métodos de alambrado para diferentes lugares y para el establecimiento de planos de referencia, véase el Apéndice B2.

555-9. Alambrado sobre y bajo aguas navegables. El Alambrado sobre y bajo aguas navegables debe ser aprobado para ese uso.

555-10. Gasolineras-Areas peligrosas (clasificadas). El equipo eléctrico y alambrado localizado en las gasolineras debe cumplir con lo indicado en el Artículo 514.

555-11. Ubicación del equipo de acometida. El equipo de acometida para muelles flotantes o marinas debe ubicarse adyacente a la construcción flotante, pero no dentro o sobre ésta.

ARTICULO 600-ANUNCIOS LUMINOSOS Y ALUMBRADO DE REALCE

600-2. Medios de desconexión. Cada instalación de alumbrado de realce y cada anuncio luminoso, deben controlarse por medio de un interruptor o desconectador accionado externamente, el cual abra todos los conductores portadores de corriente. Adicionalmente se permite la utilización de dispositivos de desconexión automática tales como: temporizadores y celdas fotoeléctricas, entre otros, de tal forma que los anuncios luminosos sólo estén energizados durante los períodos necesarios y así tener un mejor aprovechamiento de la energía.

a) El medio de desconexión debe estar a la vista del anuncio luminoso que controla

Excepción 1: Los anuncios luminosos operados por controles electrónicos o electromecánicos colocados fuera del anuncio luminoso, deben tener medios de desconexión visibles desde el lugar donde está ubicado el control. Los medios de desconexión deben desconectar al anuncio luminoso y al control de todos los conductores portadores de corriente de alimentación, y deben estar diseñados para que ningún polo pueda ser accionado independientemente. Los medios de desconexión y el control pueden ubicarse dentro de la misma envolvente. Los medios de desconexión deben tener forma para bloquearse en la posición de abierto.

b) Capacidad nominal del interruptor de control. Los medios de desconexión, interruptores de acción intermitente y dispositivos similares que controlen transformadores, deben tener capacidad para cargas inductivas de control, o una capacidad nominal en amperes de cuando menos el doble de la capacidad en amperes del transformador.

NOTA: Véase 380-14 para la capacidad y uso de los interruptores de resorte.

600-3. Envoltorios utilizados como cajas de paso. El método de alambrado utilizado para alimentar anuncios luminosos o alumbrado de realce, debe terminar dentro del envolvente del transformador o del anuncio luminoso.

Excepción: Las envolventes de transformadores y anuncios luminosos pueden usarse como cajas de paso para conductores que alimenten a otros anuncios luminosos, aparatos de alumbrado de realce o proyectores adyacentes que formen parte del anuncio luminoso, siempre que los conductores que se prolonguen más allá del equipo, estén protegidos por un dispositivo de sobrecorriente de capacidad nominal de 20 A o menor.

600-4. Instrucciones. Todos los anuncios luminosos de cualquier tipo, fijos o portátiles, deben proveerse de instrucciones y deben instalarse de acuerdo con ellas.

600-5. Puesta a tierra. Los anuncios luminosos, canaletas, cajas terminales de tubos y otras estructuras metálicas, deben ponerse a tierra como se especifica en el Artículo 250.

Excepción. **Partes metálicas separadas.** Las partes metálicas separadas que no transportan corriente eléctrica, de un alumbrado de realce, pueden ponerse a tierra por conductores de tamaño nominal 2,08 mm² (14 AWG) y deben protegerse de daño físico y ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

600-6. Circuitos derivados

a) Capacidad. Los circuitos que alimentan lámparas, balastros y transformadores o combinaciones de éstos, deben tener una capacidad de acuerdo a la carga por alimentar.

b) Circuitos derivados. Cada edificio comercial y cada local de comercio que esté a nivel de la calle, accesible a los peatones, debe tener en la parte exterior por lo menos una salida para anuncios luminosos o alumbrado de realce. Esta salida debe alimentarse por un circuito derivado exclusivo de 20 A.

Excepción: Los corredores y pasillos interiores no deben considerarse como parte exterior de los edificios.

c) Carga mínima calculada. Debe considerarse una carga mínima de 1 200 VA, en el cálculo del circuito derivado que alimenta a anuncios luminosos o alumbrados de realce.

600-8. Envoltorios. **Las partes vivas que no sean lámparas ni tubos de neón deben estar encerradas.**

a) Resistencia estructural. **Las envoltorios deben tener una apropiada resistencia estructural y rigidez.**

b) Material. **Los anuncios deben estar construidos de metal o de un material aprobado.**

c) Protección del metal. **Las partes metálicas del equipo deben estar protegidas contra la corrosión.**

600-10. Separaciones

a) Altura. La parte baja de los anuncios y alumbrado de realce debe estar a una altura no menor que 5 m por encima de áreas accesibles al tráfico de vehículos.

Excepción: La parte baja puede estar a menos de 5,0 m por encima de áreas accesibles a vehículos, si está protegida contra daños materiales.

600-21. Instalación de conductores

a) Método de alambrado. Los conductores deben instalarse en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, no metálico tipo pesado, metálico flexible, metálico flexible hermético a los líquidos, no metálico flexible hermético a los líquidos, cable con envolvente metálica, cable tipo AC, ductos metálicos, cables con envolvente metálica o aislamiento mineral, y postes metálicos que cumplan con los requisitos indicados en 410-15(b).

b) Aislamiento y tamaño nominal. Los conductores deben ser de un tipo aprobado para uso general y deben ser de tamaño nominal no menor que 2,08 mm² (14 AWG).

Excepción 1: Los conductores pueden ser de un tamaño nominal no menor que 0,824 mm² (18 AWG) del tipo especificado en la Tabla 402-3, para los casos indicados a continuación:

a) Anuncios luminosos portátiles.

b) Las terminales cortas permanentemente unidas a portalámparas o balastros para lámparas de descarga.

c) Las terminales alambradas en canales, que estén permanentemente unidas a portalámparas de lámparas de descarga o balastros de descarga eléctrica y que no tengan una longitud mayor que 2,4 m.

d) En los anuncios luminosos con varias lámparas incandescentes múltiples, que necesitan un conductor para un control a una o más lámparas y cuya carga total no sea mayor que 250 W, si forman parte de un cable dos o más conductores.

Excepción: Se permite el uso de conductores de tamaño nominal no menor que 0,519 mm² (20 AWG) como terminales cortas permanentemente unidas a motores síncronos.

e) Expostos a la intemperie. Los conductores en canalizaciones, cables blindados o envolventes expuestas a la intemperie, deben ser del tipo con cubierta de plomo u otro tipo especial aprobado para estas condiciones.

Excepción: **Este no se aplica cuando las canalizaciones de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o ligero, no metálico tipo pesado, o las envolventes, son herméticas a la lluvia e instalados de forma que drenen.**

f) Número de conductores en canalizaciones. **Los conductores incluyendo su aislamiento en una canalización para anuncios luminosos no deben rebasar una ocupación máxima de 40% del área interior útil de la canalización.**

600-22. Portalámparas. **Los portalámparas deben ser del tipo sin interruptor, con cuerpo de material aislante adecuado y construidos e instalados para que no puedan girar. Los casquillos tipo roscado de los portalámparas de los anuncios luminosos, en circuitos puestos a tierra, deben conectarse al conductor puesto a tierra del circuito.**

600-23. Conductores en anuncios y canaletas. **Los conductores dentro de anuncios y canaletas de alumbrado de realce, deben sujetarse firmemente y protegerse mecánicamente.**

600-24. Protección de conductores. **Se deben utilizar boquillas para proteger los conductores alimentadores que traspasen envolventes.**

600-31. Instalación de conductores

a) Métodos de alambrado. **Los conductores deben instalarse como conductores ocultos sobre aisladores, en tubo (conduit) metálico, tipo ligero, semipesado y pesado, tubo (conduit) rígido no metálico, tubo (conduit) metálico flexible, tubo (conduit) metálico flexible a prueba de líquidos, en tubería metálica eléctrica o cable tipo MC.**

NOTA: Véase 600-5 para requerimientos de puesta a tierra.

Excepción: **Se permite el uso de tubo (conduit) flexible hermético a los líquidos, donde se requiere flexibilidad y cuando esté expuesto a condiciones corrosivas.**

b) Aislamiento y tamaño nominal. **Los conductores deben ser para una tensión eléctrica no menor que la del circuito y deben ser de tamaño nominal no menor que 2,08 mm² (14 AWG).**

Excepción: **Se permite el uso de conductores de tamaño nominal no menor que 0,824 mm² (18 AWG) en las siguientes condiciones:**

1) Como terminales de longitud no mayor que 2,4 m permanentemente fijas a portalámparas o a balastros para lámparas de descarga eléctrica, si dichas terminales están encerradas en un canal de alambrado.

2) En anuncios luminosos sobre vidrieras de exhibición o anuncios luminosos pequeños portátiles, como terminales de una longitud no mayor que 2,4 m desde las terminales del tubo a los devanados del secundario del transformador, si están permanentemente fijos dentro de la envolvente del transformador.

c) Curvas en conductores. **Se deben evitar curvas pronunciadas en los conductores.**

d) Conductores ocultos sobre aisladores en interiores. **Los conductores ocultos sobre aisladores deben estar separados entre sí y de todos los demás objetos, excepto de los aisladores donde están montados, por una distancia no menor que 4 cm para tensiones eléctricas mayores de 10 000 V y no menor que 2,5 cm para tensiones eléctricas de 10 000 V o menos. Deben instalarse en canaletas revestidas con material no combustible y no deben utilizarse para otro propósito, excepto para los conductores primarios del circuito, los que se permiten en el mismo canal. Los aisladores deben ser de material no combustible y no absorbente.**

No se permiten conductores ocultos sobre aisladores en el exterior de la envolvente del anuncio.

e) Conductores en tubería. **Cuando los conductores tengan una cubierta de plomo u otra cubierta metálica, ésta debe prolongarse más allá del extremo final de la tubería, y la superficie del cable no debe dañarse donde termina su cubierta, de acuerdo con lo siguiente:**

1) **En lugares húmedos o mojados, el aislamiento de los conductores debe prolongarse más allá de la cubierta metálica o canalización a no más de 10 cm para tensiones eléctricas mayores a 10 000 V, 7,5 cm para tensiones eléctricas mayores a 5 000 V, pero menores a 10 000 V, y 5 cm para tensiones eléctricas de 5 000 V o menos.**

2) **En lugares secos, el aislamiento se debe prolongar más allá de la cubierta metálica o canalización no menos de 6,4 cm para tensiones eléctricas mayores de 10 000 V, 5 cm para tensiones eléctricas mayores de 5 000 V pero no mayores a 10 000 V y 4 cm para tensiones eléctricas de 5 000 V o menos.**

3) Para los conductores conectados a las terminales de puesta a tierra del punto medio no se necesita separación.

4) Un tubo (conduit) metálico que contenga un solo conductor, de una terminal secundaria de un transformador, no debe exceder una longitud de 6 m.

f) Aparadores y lugares similares. Los conductores que cuelgan libremente en el aire, lejos de material combustible, y que no estén sujetos a daño físico como en algunos aparadores de exhibición, deben aislarse únicamente para la tensión eléctrica de diseño del conductor, sin necesitar de alguna otra protección.

g) Entre el tubo de descarga y el punto medio puesto a tierra. Los conductores pueden ser instalados desde el extremo del tubo, hasta los bornes del punto medio puesto a tierra de los transformadores diseñados específicamente para este fin y provistos de terminales en el punto medio. Cuando tales conexiones son hechas al punto medio puesto a tierra del transformador, las conexiones entre las terminales de alta tensión del transformador y los extremos de la línea del tubo de descarga deben ser lo más cortas posible.

600-32. Transformadores

a) Tensión eléctrica. La tensión eléctrica en el circuito abierto del secundario del transformador no debe ser mayor que 15 000 V, con una tolerancia para pruebas de 1 000 V adicionales. En los transformadores con un extremo puesto a tierra, la tensión eléctrica en circuito abierto del secundario no debe ser mayor que 7 500 V, con una tolerancia para pruebas de 500 V adicionales.

b) Tipo y capacidad. Los transformadores deben ser adecuados para uso con tubo de descarga eléctrica y tener una capacidad máxima de 4 500 VA.

Los transformadores del tipo de núcleo y devanados abiertos, deben limitarse a una tensión eléctrica en el secundario no mayor que 5 000 V, con una tolerancia de 500 V para pruebas, y utilizarse sólo en anuncios pequeños portátiles dentro de inmuebles.

Los transformadores para instalaciones de alumbrado de realce con tubo neón, deben tener una capacidad de corriente en el secundario no mayor que 60 mA.

Excepción: Donde los transformadores y todo el alambrado conectado a ellos estén instalados de acuerdo con las disposiciones del Artículo 410 para alumbrado con lámparas de descarga de la misma tensión.

c) Expuestos a la intemperie. Los transformadores para uso en exteriores deben ser del tipo a prueba de intemperie o protegerse ubicándolos dentro del cuerpo del anuncio luminoso o en una caja metálica por separado.

d) Conexión del secundario del transformador. Los devanados de alta tensión de los transformadores no deben conectarse en paralelo o en serie.

Excepción 1: Si se tienen dos transformadores, cada uno de los cuales tiene una de sus terminales de alta tensión conectada a la cubierta metálica, se pueden conectar los devanados de alta tensión eléctrica en serie para formar el equivalente de un transformador con su punto medio puesto a tierra. Las terminales puestas a tierra deben conectarse por conductores aislados de tamaño nominal no menor que 2,08 mm² (14 AWG).

Excepción 2: Los transformadores para anuncios luminosos pequeños portátiles, vidrieras de exhibición y lugares similares, se pueden conectar en serie cuando estén equipados con terminales permanentemente fijas al devanado secundario dentro de la envolvente del transformador y las conexiones no deben extenderse más allá de 2,44 m de la cubierta que une los extremos de la tubería y los conductores deben ser de tamaño nominal no menor que 0,824 mm² (18 AWG).

e) Accesibilidad. Los transformadores deben ubicarse en lugares accesibles y deben sujetarse firmemente.

f) Espacio de trabajo. Cuando un transformador no esté instalado dentro de un anuncio, se debe proveer alrededor del transformador o de su cubierta, un espacio de trabajo de 1,0 m por 1,0 m horizontalmente y por lo menos de 1,0 m de altura.

g) Ubicación en plafones. Los transformadores pueden instalarse en plafones, siempre que haya un acceso de 90 cm de altura y 60 cm de ancho provisto de un pasillo adecuado, permanente y fijo, con un ancho no menor que 30 cm y que se extienda desde un punto de entrada al plafón hasta cada transformador.

600-33. Tubos luminosos de descarga eléctrica

a) **Diseño.** Los tubos luminosos deben ser de longitud y diseño tales que no produzcan una sobretensión continua en el transformador.

b) **Soporte.** Los tubos luminosos deben estar adecuadamente sostenidos en soportes de material no combustible y no absorbente. Los soportes de los tubos deben ser ajustables cuando sea factible.

c) **Contacto con materiales inflamables y otras superficies.** Los tubos no deben tener contacto con materiales inflamables y deben estar ubicados donde no estén expuestos normalmente a daños materiales. Cuando los tubos trabajen a tensiones mayores de 7 500 V, sus soportes deben ser de material aislante no combustible y no absorbente, que mantenga una separación no menor que 6 mm entre el tubo y la superficie más próxima.

600-34. Terminales y portaelectrodos de los tubos de descarga eléctrica.

a) **Terminales.** Las terminales de los tubos deben ser inaccesibles a personas no idóneas y estar separadas de materiales combustibles y de metal conectado a tierra, o bien estar encerradas en cubiertas. En este último caso, las terminales deben separarse de metal puesto a tierra y de material combustible, por medio de un material aislante no combustible y no absorbente o por un espacio libre en aire de 4 cm. Las terminales deben estar preparadas para que las conexiones no hagan falsos contactos y con el fin de evitar calentamiento y pérdidas de energía. Las terminales no deben estar sometidas a esfuerzos mecánicos.

b) **Conecciones de tubos sin usar portaelectrodos.** Si no se usan portaelectrodos especiales para el objeto, las partes vivas de las terminales de los tubos y de los conductores, deben soportarse en tal forma que se mantenga una separación de por lo menos 4 cm entre conductores o entre conductores y cualquier parte metálica conectada a tierra.

c) **Portaelectrodos.** Los portaelectrodos para los tubos deben ser de material aislante, no combustible y no absorbente.

d) **Boquillas.** Donde los electrodos entren a la envolvente de anuncios luminosos para exteriores o interiores, que funcionen a una tensión eléctrica mayor que 7 500 V, deben usarse boquillas de paso, a menos que se haya provisto de portaelectrodos. Los soportes más próximos a las conexiones terminales deben quedar a no más de 15 cm del electrodo.

e) **Aparadores.** En los anuncios luminosos de tipo descubierto para aparadores, las terminales deben estar encerradas en portaelectrodos aprobados para este fin y evitar falsos contactos y pérdidas de energía.

f) **Sellado de portaelectrodos y boquillas.** Para impedir la entrada de polvo o humedad pueden utilizarse sellos flexibles no conductores para tapar la abertura entre el tubo y el portaelectrodo o boquilla. Este sello no debe estar en contacto con material conductor puesto a tierra y no debe confiarse en él como aislamiento del tubo.

g) **Cubierta de metal.** Las cubiertas de metal para electrodos deben tener una chapa metálica de espesor no menor que 0,7 mm (No. 24 SSG).

h) **Envolventes de material aislante.** Las envolventes de material aislante deben ser no combustibles, no absorbentes y adecuadas para la tensión eléctrica del circuito.

Partes vivas. Las partes vivas deben estar encerradas o adecuadamente resguardadas para impedir cualquier contacto.

600-36. Alumbrado de realce fijo y avisos luminosos de tipo de estructura para uso interior

a) **Soporte de tubos.** Los tubos de gas deben soportarse independientemente de los conductores, por medio de aisladores de material no combustible no absorbente, tal como vidrio o porcelana, o suspenderse con alambres o cadenas adecuadas.

transformadores. Se deben instalar en envolventes metálicos y tan cerca como sea posible del sistema de tubos de gas.

b) T

c) **Conductores del secundario.** Los conductores del secundario para los transformadores, deben aislarse de la tensión eléctrica del circuito y deben estar encerrados en canalización metálica puesta a tierra.

Excepción: Los conductores que no excedan de 1,2 m de longitud entre el tubo de gas y la envolvente metálica adyacente, pueden alojarse en otro tipo de canalización tal como vidrio continuo o mangas aislantes.

600-37. Anuncios luminosos portátiles de tubos de gas para aparadores de uso interior. Esta Sección se aplica a las instalaciones y al uso de anuncios luminosos portátiles basados en tubos de gas.

- a) **Ubicación.** Los anuncios luminosos portátiles con tubos de gas se deben usar solamente en interiores.
- b) **Transformador.** El transformador debe ser del tipo ventana o estar dentro de una envolvente metálica.
- c) **Conductores de alimentación.** Los conductores de alimentación deben ser de cordón tipo uso rudo o extrarrudo que contenga un conductor de puesta a tierra de equipo. El cordón debe tener una longitud no mayor que 3 m.
- d) **Conductores secundarios.** Los conductores secundarios deben tener una longitud no mayor que 1,8 m y deben instalarse donde no estén expuestos a daño mecánico, deben aislarse de la tensión eléctrica del circuito y deben protegerse por un tubo de vidrio continuo u otros mangos aislantes o tubería.
- e) **Puesta a tierra.** Los transformadores y las partes metálicas unidas que no transportan corriente eléctrica deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.
- f) **Soportes.** Los anuncios luminosos portátiles interiores deben mantenerse en su lugar por un número de ganchos abiertos no mayor que dos, sujetos a la estructura del transformador.

ARTICULO 605-INSTALACIONES EN OFICINAS

605-3. Canalizaciones. Todos los conductores y las conexiones deben estar dentro de ductos o canalizaciones metálicas para alambrado o de otro material adecuado para las condiciones de uso. Los ductos o canalizaciones del alambrado deben estar libres de protuberancias u otras condiciones que puedan dañar al aislamiento del conductor. No se deben utilizar como canalización el tubo (conduit) de Polietileno indicado en el Capítulo 332.

605-4. Conexiones entre muros. La conexión eléctrica entre muros debe ser un ensamble flexible adecuado para este uso.

Excepción: Se permite cordón flexible para la conexión entre muros siempre que se cumpla con las siguientes condiciones:

- a) Que el cordón sea del tipo para uso extrarrudo.
- b) Que los muros estén mecánicamente contiguos.
- c) Que el cordón no sea más largo de lo necesario para la máxima separación entre los muros y que no exceda de 60 cm.
- d) Que el cordón termine en una clavija y en un receptáculo, con seguridad a la tensión mecánica.

605-5. Accesorios de alumbrado. El equipo de alumbrado apropiado para usarse en muros alambrados debe cumplir con los requisitos siguientes:

- a) **Soporte.** Se debe contar con medios de unión o soporte seguros.
- b) **Conexión.** Cuando se utilice una conexión de cordón y clavija, la longitud del cordón debe ser adecuada para el uso que se pretende, pero no debe exceder de 2,7 m de longitud. El cordón debe ser del tipo para uso rudo, de tamaño nominal no menor que 0,824 mm² (18 AWG) y debe contener un conductor de conexión de puesta a tierra. Si se emplea otro tipo de conexiones, deben identificarse como adecuadas para este uso.
- c) **Salida del receptáculo.** No se permiten salidas del receptáculo en los accesorios de alumbrado.

605-6. Muros de tipo fijo. Los muros alambrados que estén unidos permanentemente a una parte del edificio, deben estar conectados al sistema eléctrico del edificio por uno de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3.

6

605-7. Muros de tipo no permanente. Los muros que no estén unidos permanentemente a una parte del edificio, pueden estar conectados permanentemente al sistema eléctrico del edificio por uno de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3.

605-8. Muros del tipo no permanente, conectados con cordón y clavija. Los muros individuales de tipo no permanente o grupos de muros individuales que estén eléctricamente unidos y que no excedan de 9 m, cuando

sean ensamblados, pueden estar conectados al sistema eléctrico del edificio por un cordón flexible con clavija, siempre que satisfagan los siguientes requisitos:

- a) **Cordón alimentador flexible.** El cordón alimentador flexible no debe exceder de 60 cm de longitud y debe ser del tipo para uso extrarrudo con conductores de 3,31 mm² (12 AWG) o mayores, con un conductor de conexión de puesta a tierra aislado.
- b) **Receptáculos para suministro de energía.** El receptáculo que suministre la energía eléctrica, debe estar alimentado por un circuito independiente que sirva exclusivamente a los muros y no a otras cargas, y debe ubicarse a no más de 30 cm del muro que alimente.
- c) **Máximo número de salidas de los receptáculos.** Los muros individuales o grupos interconectados, no deben tener más de 10 salidas de receptáculos de 15 A, 120 V o 127 V.
- d) **Circuitos multiconductores.** Los muros individuales o grupos de muros individuales interconectados no deben contener circuitos multiconductores.

NOTA: Véase 210-4 para circuitos derivados multiconductores que alimenten a los muros indicados en 605-6 y 605-7.

ARTICULO 660-EQUIPOS DE RAYOS X

660-3. Áreas peligrosas (clasificadas). No se debe instalar ni hacer funcionar aparatos de rayos X ni equipo conexo en áreas peligrosas (clasificadas), a menos que sean de tipo aprobado e identificado para dichos árees.

NOTA - Véase el Artículo 517, Parte D.

660-4. Conexión al circuito de alimentación

a) **Equipo fijo o estacionario.** El equipo de rayos X, fijo o estacionario, se debe conectar a la fuente de alimentación por medio de un método de instalación que cumpla con los requisitos generales de esta norma.

E

xcepción: El equipo debidamente alimentado por circuitos derivados no mayores a 30 A puede conectarse mediante un cordón y clavija de uso rudo aprobado.

b) **Equipo portátil móvil y transportable.** El equipo de rayos X portátil, móvil y transportable, de una capacidad no mayor que 60 A, no requiere circuitos derivados individuales. El equipo de rayos X portátil y móvil de cualquier capacidad debe ser alimentado por medio de cables o cordones de uso rudo aprobados. El equipo transportable de rayos X de cualquier capacidad podrá ser conectado a su fuente de alimentación por medio de conexiones adecuadas y por cable o cordón de uso rudo.

c) **Tensión eléctrica de alimentación mayor que 600 V nominales.** Los circuitos y equipo que funcionen a más de 600 V nominales, deben cumplir con el Artículo 710.

660-5. Medios de desconexión. Los medios de desconexión se deben instalar en un lugar accesible fácilmente y con manejo desde el control del equipo de rayos X. Los medios de desconexión deben ser de capacidad apropiada, por lo menos de 50% de la corriente eléctrica requerida por el régimen momentáneo o de 100% de la corriente eléctrica requerida para el régimen prolongado, escogiendo el mayor de los valores. Para equipo conectado a un circuito derivado de 120 V o 127 V nominales, de 30 A o menos, se puede utilizar como medio de desconexión un cordón y clavija de tipo polarizado con puesta a tierra, de capacidad adecuada.

660-6. Tamaño nominal de los conductores de alimentación y de la protección por sobrecorriente

a) **Conductores de circuitos derivados.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación de los circuitos derivados y de los dispositivos de protección por sobrecorriente, no deben ser menores a 50% del régimen momentáneo o a 100% del régimen prolongado del equipo de rayos X, escogiéndose el mayor de los dos valores.

b) **Conductores del alimentador.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores y la capacidad nominal de los dispositivos de protección por sobrecorriente de un alimentador para dos o más circuitos derivados que alimenten dos o más unidades de rayos X, no deben ser menores a 100% del régimen momentáneo (como se indica en (a)) de los dos aparatos de rayos X más grandes, más 20% del régimen momentáneo de los otros aparatos de rayos X.

NOTA - El tamaño nominal mínimo de los conductores para circuitos derivados y alimentadores, se rige también por los requisitos de regulación de la tensión eléctrica. Para una instalación específica, el fabricante

generalmente recomienda: transformadores de distribución, capacidad de los medios de desconexión, protección por sobrecorriente y el tamaño nominal mínimo de los conductores.

660-7. Terminales de alambrado. El equipo de rayos X debe estar provisto de terminales o puntas de conexión adecuadas para la conexión.

Excepción: Cuando esté provisto permanentemente de un cordón apropiado.

660-8. Número de conductores en una canalización. El número de conductores de control instalados en una canalización debe ser determinado de acuerdo con lo indicado en 300-17.

660-9. Tamaño nominal mínimo de los conductores. Se permite usar conductores de tamaño nominal de 0,824 mm² (18 AWG) o de 1,31 mm² (16 AWG), según se indica en 725-16, y cordones flexibles para los circuitos de control y de funcionamiento de equipo de rayos X y de equipo auxiliar, cuando éste cuente con dispositivos de protección por sobrecorriente no mayores a 20 A.

660-10. Instalación del equipo. Todo equipo de rayos X para instalaciones nuevas o equipo usado o reacondicionado que se reinstale en un nuevo lugar debe ser aprobado.

660-20. Equipo fijo y estacionario

a) **Dispositivo de control separado.** Además de los medios de desconexión se debe instalar un dispositivo de control al circuito que alimenta el control del equipo de rayos X o instalarse en el circuito primario del transformador de alta tensión. Este dispositivo debe formar parte del equipo de rayos X, pero puede estar colocado en una envoltura separada, adyacente a la unidad de control de rayos X.

b) **Dispositivos de protección.** Se debe instalar un dispositivo de protección para controlar la carga ocasionada por una falla en el circuito de alta tensión; se permite que este dispositivo de protección esté incorporado dentro del dispositivo de control separado.

660-21. Equipo portátil y móvil. El equipo portátil y móvil debe cumplir con lo indicado en 660-20, pero el dispositivo de control manual debe estar dentro de él o sobre el mismo.

660-23. Equipo de laboratorio comercial e industrial

a) **Tipos radiográfico y fluoroscópico.** Todo equipo radiográfico o fluoroscópico debe estar encerrado efectivamente o disponer de un sistema de bloqueo eléctrico que desenergice automáticamente el equipo, para prevenir un contacto con partes energizadas.

b) **Tipos de radiación y difracción.** El equipo de radiación y difracción debe estar provisto de un sistema efectivo para indicar cuándo está energizado. El indicador debe ser basado en luces piloto, de un medidor de deflexión fácilmente legible o de cualquier medio equivalente.

Excepción: Equipo o instalaciones encerrados efectivamente o provistos de bloqueo eléctrico que impida el acceso a partes energizadas durante el funcionamiento.

660-24. Control independiente. Cuando el mismo circuito de alta tensión alimente más de una parte del equipo, cada parte o grupo de equipo que formen una unidad deben tener un desconectador de alta tensión u otro medio de desconexión equivalente. Estos medios de desconexión deben ser construidos, cubiertos o ubicados de manera que se evite que alguna persona pueda hacer contacto con las partes energizadas.

660-48. Puesta a tierra. Las partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica de equipo de rayos X y equipo asociado (controles, mesas, soportes de los tubos de rayos X, tanque del transformador, cables con pantalla, cabezales del tubo de rayos X, etc.) deben estar puestas a tierra de la manera especificada en el Artículo 250. El equipo portátil y móvil debe estar provisto de una clavija de tipo polarizado y con medio de puesta a tierra.

Excepción: Equipo que funciona con baterías.

ARTICULO 680-ALBERCAS, FUENTES E INSTALACIONES SIMILARES

680-2. Aprobación del equipo. Todo equipo eléctrico instalado en el agua, en las paredes, banquetas, alrededor de albercas, en fuentes e instalaciones similares, debe cumplir con las disposiciones de este Artículo.

680-3. Otros Artículos aplicables. Con excepción de lo que se modifica en este Artículo, las instalaciones de alambrado eléctrico y del equipo en las albercas y fuentes o adyacentes a ellas, deben cumplir con las disposiciones que les sean aplicables de los Capítulos 1 a 4.

NOTA - Véase 370-23 para las cajas de empalmes, 347-3 para tubo (conduit) no metálicos tipo pesado y el Artículo 720 para el alumbrado de baja tensión.

680-4. Definiciones

Alberca de natación, chapoteadero o bañera terapéutica, instalada permanentemente. La que está construida en el piso, sobre el piso o dentro de un inmueble, de forma que la alberca no pueda fácilmente ser desarmada para almacenamiento, esté o no alimentada por circuitos eléctricos de cualquier tipo.

Alberca de natación desmontable o chapoteadero desmontable. Es una alberca con una longitud máxima de 5,5 m y una altura máxima de muro de 1 m y construida de forma que pueda ser fácilmente desmontada para ser guardada y vuelta a montar en su forma original. Una alberca del tipo inflable, no metálica, se considera como una alberca desmontable, sin importar sus dimensiones.

Alberca con cubierta, eléctricamente accionada. Equipo accionado con motor, diseñado para cubrir y descubrir la superficie del agua de una alberca por medio de una lámina flexible o de una estructura rígida.

Bañera auto-contenida o bañera caliente con equipo integrado. Unidad auto-contenida construida en fábrica consistente en una bañera o bañera caliente, con circulación de agua caliente y equipo de control integrado a la unidad. El equipo de control puede incluir bombas, ventiladores, calentadores, luces, controles, dosificador, generadores entre otros.

Bañera compacta o equipo para bañera caliente. Unidad construida en fábrica, consistente en un sistema con circulación de agua, calentamiento y equipo de control montados en una base común, destinado para el funcionamiento del baño o bañera caliente.

Bañera de hidromasaje. Una bañera instalada permanentemente y equipada con un sistema de tubería de recirculación y equipo de bombeo, diseñada de manera que pueda circular agua y desaguar después de cada uso.

Cubierta porta-luminario. Estructura diseñada para contener un luminario de nicho mojado y destinado para instalarse en la estructura de una alberca o una fuente.

Equipo de iluminación conectado por cordón y clavija. Es un luminario que consiste en un accesorio fabricado para montarse en la pared de una bañera de hidromasaje, bañera térmica o piscina desarmable conectada al transformador con cordón y clavija.

Fuentes de aguas termales o bañeras térmicas. Una piscina de hidromasajes o bañera para uso recreacional o terapéutico, que no esté localizada en instalaciones de atención médica, diseñada para la inmersión de usuarios y que tiene normalmente un filtro, calentador y ventilador o compresor accionados por motor. Estas piscinas se pueden instalar dentro o fuera de un local, sobre o a nivel del piso o de una estructura de soporte.

Fuentes y espejos de agua decorativos instalados en forma permanente. Las que están construidas en la tierra o sobre ella o en un inmueble, de manera que no puedan ser fácilmente desarmadas para ser almacenadas o guardadas, estén o no alimentadas por circuitos eléctricos de cualquier tipo. Estas unidades están construidas principalmente por su valor estético y no para servir de alberca de natación o chapoteadero.

Luminario de nicho mojado. Luminario para ser instalado en una cubierta porta-luminario colocada en una estructura de alberca o fuente, donde el luminario está completamente rodeado de agua.

Luminario de nicho seco. Luminario para ser instalado en las paredes de las albercas o fuentes, en un nicho que debe estar sellado contra la entrada de agua de la alberca.

Luminario sin nicho: Es un equipo de iluminación diseñado para instalarse encima o debajo del agua sin nicho.

680-5. Transformadores e interruptores de circuito por falla a tierra

- a) **Transformadores.** Los transformadores utilizados para la alimentación de los aparatos subacuáticos junto con su envolvente o carcasa, deben estar construidos a prueba de intemperie y sumergibles. El transformador debe ser del tipo de dos devanados con una barrera metálica puesta a tierra entre los devanados primario y secundario.
- b) **Interruptores de circuito por falla a tierra.** Los interruptores de circuito por falla a tierra deben ser unidades auto-contenidas, de tipo interruptor automático, receptáculo, u otros aprobados.
- c) **Alambrado.** Los conductores del lado de la carga de un interruptor de circuito por falla a tierra o de un transformador, usados de manera que cumplan con los requisitos indicados en 680-20 (a) (1), no deben ocupar tubo (conduit), cajas o envolventes que contengan otros conductores.

Excepción 1: Los interruptores de circuito por falla a tierra, pueden utilizarse en un panel de alumbrado y control que contenga circuitos protegidos por interruptores diferentes de los de protección por falla a tierra.

Excepción 2: Los conductores de suministro del tipo de alimentación a través de un interruptor de circuito por falla a tierra, se permiten en un mismo compartimento.

Excepción 3: La instalación de los conductores del lado de la carga de un interruptor de circuito por falla a tierra se permite en tubo (conduit), cajas o envolventes que contengan sólo conductores protegidos por interruptores de circuito por falla a tierra.

Excepción 4: Los conductores de puesta a tierra.

680-6 Receptáculos, aparatos de alumbrado, salidas para alumbrado, dispositivos de interrupción y ventiladores de techo

a) Receptáculos

- 1) No se debe instalar en el lugar ningún receptáculo a menos de 3 m de las paredes de una alberca o fuente.

Excepción: Un (Los) receptáculo(s) que proporcione(n) energía para el motor de una bomba de agua instalada permanentemente en una alberca de natación, tal como se indica en 680-7, se permite su instalación entre 1,5 m y 3 m de las paredes internas de la alberca; debe ser simultáneamente de tipo sencillo, de candado y con terminal de puesta a tierra y debe estar protegido por un interruptor de circuito por falla a tierra.

- 2) Cuando se instale una alberca permanente en una vivienda o unidad habitacional ya construida, se debe colocar por lo menos un receptáculo de 120 o 127 V a una distancia mínima de 3 m y máxima de 6 m de las paredes internas de la alberca de natación. Este receptáculo debe colocarse a no más de 2 m sobre el piso, plataforma o piso alrededor de la alberca.
- 3) Los receptáculos de 120 V o 127 V situados dentro de 6 m de las paredes internas de la alberca deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra. Véase 210-8 (a) (3).

NOTA - Para determinar las dimensiones antes indicadas, la distancia por medir es la vía más corta que el cordón de suministro de un aparato eléctrico conectado al receptáculo debe seguir sin atravesar un piso del inmueble, pared, plafón, marco de puerta corrediza o a través de bisagra, ventana u otra barrera sólida permanente.

b) Luminarios, salidas para alumbrado y ventiladores de techo

- 1) Los luminarios, salidas para alumbrado y ventiladores de techo no deben instalarse sobre la alberca o sobre un área medida de 1,50 m horizontalmente desde las paredes de la alberca, a menos que se encuentren a una distancia de 3,7 m del nivel máximo del agua.

Excepción 1: Los luminarios y salidas para alumbrado ya existentes, situadas a menos de 1,5 m medidas horizontalmente desde las paredes internas de la alberca, deben estar a un mínimo de 1,5 m sobre el nivel máximo de la superficie del agua y deben estar instaladas rígidamente en la estructura existente y el circuito debe estar protegido con un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción 2: En albercas interiores, las limitaciones indicadas en 680-6 (b)(1) no se aplican si todas las condiciones siguientes se cumplen: (1) los aparatos son tipo hermético cerrado; (2) el interruptor de circuito por falla a tierra se instala en el circuito derivado que alimenta a los luminarios, y (3) la distancia desde la base del luminario hasta el nivel máximo del agua no es menor que 2,3 m.

- 2) Los luminarios y las salidas para alumbrado instalados en el área que se extiende horizontalmente entre 1,5 m y 3 m desde las paredes internas de una alberca deben estar protegidos con un interruptor de circuito por falla a tierra, a menos que estén instalados a 1,5 m sobre el nivel máximo del agua e instalados en la estructura adecuada adyacente a ella o alrededor de la alberca.
- 3) Los luminarios conectados con un cordón deben cumplir las mismas especificaciones que el equipo conectado por cordón, indicadas en 680-7, cuando se instalen a una distancia menor que 5 m de cualquier punto sobre la superficie del agua y radialmente desde el perímetro de la alberca.

c) Dispositivos de interrupción. Los dispositivos de interrupción se deben ubicar por lo menos a una distancia de 1,5 m de las paredes internas de la alberca, a menos que estén separados de la misma por un muro sólido, pared u otra barrera permanente.

680-7. Equipo conectado por clavija y cordón. Los equipos fijos o estacionarios de capacidad nominal de 20 A o menor, que no sean aparatos de alumbrado subacuáticos para una alberca de instalación permanente, pueden conectarse con un cordón flexible, para facilitar su remoción o desconexión para mantenimiento o reparación. Para las albercas diferentes de las desmontables, la longitud del cordón flexible no debe ser mayor que 1 m y debe tener un conductor de cobre para puesta a tierra de equipo de tamaño nominal no menor que 3,31mm² (12 AWG) y una clavija del tipo de puesta a tierra.

NOTA - Véase 680-25 (e) para conexiones con cables flexibles.

680-9. Calentadores eléctricos de agua para alberca. Todos los calentadores eléctricos de agua para alberca deben tener los elementos calentadores subdivididos en cargas que no excedan 48 A y protegidos a no más de 60 A.

La capacidad de conducción de corriente de los conductores de circuito derivado y la capacidad nominal no debe ser menor que 125% de la carga total de la capacidad nominal de la placa de datos.

680-1 0. Instalación del alambrado bajo el piso. No se permite el alambrado para otros usos bajo el piso de la alberca o debajo del área en una extensión de 1,5 m medidos horizontalmente desde las paredes internas de la alberca.

Excepción 1: Se permite dentro de esta área el alambrado necesario para alimentar equipo de alberca permitido en este Artículo.

Excepción 2: Cuando por limitaciones de espacio el alambrado no pueda cumplir con 1,5 m o más, se permite que el alambrado sea instalado en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o en sistemas de canalización no metálicas. Todo tubo (conduit) metálico debe ser resistente a la corrosión y adecuado para la instalación. La mínima profundidad de instalación debe ser como sigue:

Método de alambrado	Profundidad en cm
Tubo (conduit) metálico tipo pesado	15
Tubo (conduit) metálico tipo semipesado	15
Tubo (conduit) no metálico tipo pesado para ser directamente enterrado sin cubierta de concreto	45
Otras canalizaciones aprobadas*	45

NOTA - Las canalizaciones aprobadas para ser enterradas solamente cuando tengan una cubierta de concreto requieren que ésta tenga no menos de 50 mm de espesor.

680-11. Casa de máquinas y equipo. El equipo eléctrico no debe instalarse en locales cuyo drenaje no sea adecuado para prever acumulaciones de agua durante operaciones normales o de mantenimiento de filtros.

680-1 2. Medio de desconexión. Se requiere un medio de desconexión que debe ser accesible, ubicado a la vista de la alberca, bañera o bañera caliente, desde el nivel superior de la alberca.

B. Albercas de instalación permanente

680-20. Luminarios subacuáticos. Los párrafos (a) hasta (d) de esta Sección se aplican a los luminarios instalados por debajo del nivel normal del agua de la alberca.

a) Disposiciones generales

- 1) El diseño de un luminario subacuático alimentado por un circuito, sea directa o mediante un transformador que cumpla con los requisitos indicados en 680-5 (a), debe ser tal que cuando el luminario esté instalado adecuadamente sin un interruptor de circuito por falla a tierra no exista ningún peligro de choque eléctrico al producirse cualquier combinación de fallas durante el funcionamiento normal (ni cuando se cambien las lámparas).

Además se debe instalar un interruptor de circuito por falla a tierra en un circuito de luminarios que funcionen a más de 15 V, para que no exista ningún peligro de choque eléctrico cuando se cambien las lámparas. La instalación del interruptor de circuito por falla a tierra debe ser tal que no exista ningún peligro de choque cuando se produzca cualquier combinación de fallas que incluyan una persona en la trayectoria del conductor a tierra entre una parte no puesta a tierra del circuito o del luminario que debe estar puesta a tierra.

El cumplimiento de estos requisitos se debe lograr mediante el uso de un luminario subacuático aprobado, y la instalación de un interruptor de circuito por falla a tierra aprobado.

- 2) No se deben instalar luminarios que funcionen a una tensión eléctrica mayor que 150 V entre conductores.
- 3) Los luminarios montados en paredes deben ser instalados con la parte superior de la lente por lo menos 0,45 m por debajo del nivel normal del agua de la alberca. Los luminarios con el frente dirigido hacia arriba deben tener las lentes adecuadamente protegidas para impedir el contacto con cualquier persona.

Excepción: Se permiten los luminarios aprobados para el uso a una profundidad de no menor que 1 m bajo el nivel normal del agua de la alberca.

- 4) Los luminarios que dependen de inmersión para una operación segura, deben estar protegidos contra sobrecalentamiento cuando no estén sumergidos.

b) Luminarios de nicho mojado

- 1) Se deben instalar envolventes porta-luminarios metálicas aprobadas para el montaje de luminarios de nicho mojado y deben estar equipadas con entradas para tubo (conduit) metálico. El tubo

(conduit) debe extenderse desde las envolventes porta-luminarios hasta la caja o hasta cualquier otra envolvente colocada según se indica en 680-21. El tubo (conduit) debe ser metálico tipo semipesado o pesado, flexible no metálico a prueba de líquidos o no metálico tipo pesado. El tubo (conduit) metálico debe ser de bronce u otros materiales aprobados resistentes a la corrosión. Cuando se use tubo (conduit) no metálico tipo pesado, se debe instalar en él un conductor aislado, sólido, de cobre de tamaño nominal de 8,37 mm² (8 AWG), provisto de un medio para su conexión a la caja de empalmes de la cubierta porta-luminario, o a la envolvente del transformador, o al interruptor de circuito por falla a tierra. La unión del conductor con la cubierta porta-luminario debe estar protegida con un compuesto contra la corrosión por el agua de la alberca. Las piezas metálicas del luminario y de la cubierta porta-luminario que estén en contacto con el agua de la alberca, deben ser de bronce o de otro material resistente a la corrosión.

- 2) El extremo de la cubierta del cordón flexible y las terminales de los conductores correspondientes dentro de un luminario deben estar cubiertos con un compuesto sellador con el fin de impedir la entrada de agua en el luminario por los cordones o por sus conductores. Debe protegerse de manera similar la extensión de puesta a tierra, para evitar así el deterioro que produce el agua si llega a entrar en el luminario.
- 3) El luminario se debe fijar y debe estar puesta a tierra en la cubierta porta-luminario mediante un dispositivo que asegure un buen contacto. Se requiere de una herramienta para retirar la cubierta porta-luminario.

c) Aparato de nicho seco. Un luminario de nicho seco debe estar provisto de:

- 1) medios para el drenaje del agua, y
- 2) medios necesarios para instalar un conductor de puesta a tierra de equipo por cada tubo (conduit) que entre.

Se debe instalar un tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado o no metálico tipo pesado, desde el luminario hasta el equipo de servicio o hasta el panel de alumbrado y control. No se requiere una caja de empalmes, pero si se usa ésta, no necesita tener la altura ni la ubicación especificadas en 680-2 1 (a) (4), si el luminario está específicamente aprobada e identificada para tal propósito.

Excepción: Se permite usar tubo (conduit) no metálico para proteger a los conductores cuando se instalen sobre o dentro de los edificios.

d) Luminario sin nicho. Un luminario sin nicho debe:

- 1) Estar aprobado para el uso que se le pretenda dar.
- 2) Estar instalado de acuerdo con lo requerido en 680-20(b). Cuando se requiera conectar el aparato a la base moldeada, la conexión debe hacerse en el dispositivo de montaje.

680-21. Cajas de empalmes y envolventes para transformadores o para interruptores de circuito por falla a tierra

a) Cajas de empalmes. Toda caja de empalmes conectada a un tubo (conduit) que se extienda directamente a una cubierta porta-luminario debe ser:

- 1) Provista para recibir tubo (conduit) roscado,
- 2) De cobre, bronce, plástico adecuado u otro material aprobado resistente a la corrosión,
- 3) Provista para asegurar la continuidad eléctrica entre cada tubo (conduit) metálico conectado a una caja de empalmes y a las terminales de puesta a tierra, para lo cual se utiliza de cobre, bronce u otro material aprobado como resistente a la corrosión y que forme parte integral de la caja.
- 4) Colocada a no menos de 0,2 m, medidos desde el borde interior de la caja del nivel inferior del piso, de la acera de la alberca o del nivel máximo del agua de la alberca, cualquiera de los tres que tenga la mayor altura y a no menos de 1,2 m de la pared interior de la alberca, a menos que esté separada de ella por una cerca sólida, pared o barrera permanente.

Excepción: En circuitos de alumbrado de 15 V o menos se permite una caja empotrada al nivel de la acera, siempre que:

- a. Se emplee un compuesto para llenar la caja e impedir la entrada de la humedad, y
- b. La caja esté ubicada a no menos de 1,2 m de la pared interior de la alberca.

b) Otras envolventes. La envolvente de un transformador, de un interruptor de circuito por falla a tierra o de un dispositivo similar, conectada a un tubo (conduit) que se acople directamente a una cubierta porta-luminario debe cumplir las condiciones siguientes:

- 1) Estar provista de entradas para tubo (conduit) rosado.
 - 2) Estar equipada con un sello aprobado en la entrada del tubo (conduit), que impida la circulación de aire entre el tubo (conduit) y la cubierta.
 - 3) Debe haber continuidad eléctrica entre cada tubo (conduit) metálico conectado y las terminales de puesta a tierra de cobre, bronce u otro metal aprobado como resistente a la corrosión que sean parte integral de la cubierta.
 - 4) Estar ubicada a no menos de 10 cm medidos desde el fondo de la cubierta de su nivel inferior al nivel del piso o a no menos de 20 cm, medidos desde el borde de adentro de la cubierta del nivel del piso, de la acera de la alberca o del nivel máximo del agua de la alberca, cualquiera que dé la mayor altura, y a no menos de 1,2 m de la pared interior de la alberca, a menos que esté separada de ella por una cerca sólida, pared o barrera permanentemente instalada.
- c) **Protección.** Las cajas de empalmes y envolventes instaladas en el nivel del piso terminado de la acera alrededor de la alberca, no deben estar colocadas en la acera misma, a menos que estén provistas de protección adicional, por ejemplo colocándolas debajo de los trampolines adyacentes a las estructuras fijas o por medios similares.
- d) **Terminales de puesta a tierra.** Las cajas de empalmes, envolventes de transformadores y de interruptores de circuito por falla a tierra, conectadas a tubo (conduit) que se extienda directamente hasta una cubierta porta-luminario, deben estar provistas de terminales de puesta a tierra en cantidad no menor que el número de tubos que entran, más uno así como se debe hacer uso de los accesorios correspondientes.
- e) **Medios para distribuir esfuerzos mecánicos.** Las terminales de un cordón flexible de un luminario subacuático que estén dentro de una caja de empalmes, envolvente de un transformador, del interruptor de circuito por falla a tierra u otras envolventes, deben estar provistas de un medio para distribuir los esfuerzos.

680-22. Puentes de unión

NOTA - No es la intención de esta Sección que el conductor de conexión de cobre sólido de tamaño nominal de 8,37 mm² (8 AWG) o mayor, requiera extenderse o unirse a cualquier panel de alumbrado y control distante, equipo de acometida o cualquier electrodo, sino sólo para ser empleado en eliminar el aumento o disminución de tensión eléctrica en el área de la alberca, como se ha establecido.

- a) **Partes interconectadas (puentes de unión).** Las partes indicadas a continuación deben estar interconectadas.
- 1) Todas las partes metálicas de la estructura de la alberca, incluyendo el metal reforzado de la misma, brocal y cubierta.
 - 2) Todos los envolventes porta luminarios.
 - 3) Todos los accesorios metálicos que estén dentro o fijados a la estructura de la alberca.
 - 4) Las partes metálicas de equipo eléctrico relacionado con el sistema de circulación de agua de la alberca, incluyendo los motores de la bomba.
 - 5) Las partes metálicas del equipo relacionado con las envolventes de la alberca, incluyendo los motores eléctricos.
 - 6) Tubos metálicos, tubo (conduit) y todas las partes metálicas fijas que estén dentro de una distancia de 1,5 m de las paredes internas de la alberca, 3,6 m sobre el nivel máximo del agua de la alberca o de cualquier torre o plataforma de observación, cualquier estructura de clavados y que no estén separados de la alberca por una barrera permanente.

Excepción 1: Los alambres usuales de acero se deben consideran adecuados para la unión del acero estructural y no necesitan soldadura ni mordazas especiales.

Excepción 2: Las partes separadas que no son de más de 10 cm en cualquier dimensión y no penetran en la estructura de la alberca más de 25 mm no requieren conexión.

Excepción 3: Se permite como malla de tierra para partes no eléctricas, al cerco de refuerzo estructural de paredes o piso soldado a la estructura, que estén de acuerdo con lo indicado en 250-113.

Excepción 4: Las partes metálicas de equipo aprobado incorporadas en un sistema de doble aislamiento y con previsión de un medio de conexión de puesta a tierra interno no accesible; las partes metálicas no transportadoras de corriente eléctrica no deben ser interconectadas.

- b) **Malla común de conexión.** Todas las partes metálicas indicadas en el inciso a) de esta Sección deben conectarse a la malla común con un conductor sólido de cobre aislado, cubierto o desnudo, no menor que 8,37 mm² (8 AWG). Las conexiones deben hacerse con conectores a presión o abrazaderas de cobre, bronce o aleación de cobre. La malla común de conexión puede ser de cualquiera de los elementos indicados a continuación:
- 1) el acero estructural de refuerzo de una alberca de concreto donde las varillas están interconectadas con el alambre de acero normal de amarre o equivalente,
 - 2) las paredes de una alberca metálica atornillada o soldada,
 - 3) un conductor sólido de cobre aislado, cubierto o desnudo, no menor que 8,37 mm² (8 AWG).
- c) **Calentadores de agua para alberca.** Para los calentadores de agua para alberca que tienen una capacidad nominal de más de 50 A y que tienen instrucciones especificadas con relación a la conexión y puesta a tierra, se interconectan solamente aquellas partes que estén diseñadas para ser interconectadas y se ponen a tierra solamente las partes diseñadas ello.

680-23. Equipo de sonido subacuático. Todo equipo de sonido subacuático debe estar aprobado e identificado para este propósito.

- a) **Altavoces.** Cada altavoz debe estar montado dentro de una cubierta porta-equipo de metal aprobado, cuyo frente sea cerrado por una pantalla metálica cautiva, o equivalente, que esté unida y asegurada a la cubierta porta-equipo por un dispositivo de cierre del tipo positivo, que asegure un contacto de baja resistencia y requiera una herramienta al abrirse para la instalación o mantenimiento. La cubierta porta-equipo debe instalarse en un nicho en la pared o en piso de la alberca.
- b) **Métodos de alambrado.** El tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado, de bronce u otros metales resistentes a la corrosión, o tubo (conduit) no metálicos tipo pesado, deben extenderse desde la cubierta porta-equipo hasta una caja de empalmes adecuada u otra envolvente, como se indica en 680-21. Cuando se use tubo (conduit) no metálico tipo pesado, se debe instalar en el tubo (conduit) un conductor aislado de cobre de 8,37 mm² (8 AWG), con terminales apropiadas para rematar en la cubierta porta-equipo. La terminación del conductor en la cubierta porta-equipo debe protegerse o encapsularse con un adecuado compuesto resinoso, para protegerla contra la corrosión del agua.
- c) La cubierta porta-equipo y la pantalla de metal deben ser de bronce u otro metal aprobado como resistente a la corrosión.

680-25. Método de puesta a tierra

- a) **Disposiciones generales.** Se deben aplicar las disposiciones siguientes para la puesta a tierra de luminarios subacuáticos, cajas de empalmes metálicas, envolventes metálicas de transformadores, tableros de alumbrado y control, motores y otras envolventes y equipos.
- b) **Luminarios en albercas y equipo relacionado**

- 1) Los luminarios de nicho mojado deben conectarse a un conductor de puesta a tierra de equipo, cuyo tamaño nominal esté de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95, pero que no sea menor que 3,31mm² (12 AWG). El conductor debe ser de cobre aislado y ser alojado con los conductores del circuito en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o en tubo (conduit) no metálico tipo pesado.

Excepción 1: Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo ligero para la protección de los conductores que vayan sobre o dentro de inmuebles.

Excepción 2: Se permite el uso de tubo (conduit) no metálico tipo ligero para la protección de los conductores instalados dentro de inmuebles de acuerdo con los requerimientos del Artículo 331.

Excepción 3: El conductor de puesta a tierra que esté entre la cámara de alambrado del devanado secundario de un transformador y una caja de empalmes, debe ser de un tamaño nominal que esté de acuerdo con el dispositivo de protección de este circuito.

- 2) La caja de empalmes, la envolvente del transformador u otra envolvente, en el circuito de alimentación de un luminario de nicho mojado y la cámara de alambrado hecha en obra para el luminario de nicho seco, deben ser puestos a tierra a través de la terminal para puesta a tierra del equipo del panel de alumbrado y control. Esta terminal debe estar directamente conectada a la envolvente del panel de alumbrado y control. El conductor de puesta a tierra del equipo debe instalarse sin uniones ni empalmes.

Excepción 1: Cuando más de un luminario subacuático esté alimentado por el mismo circuito derivado, el conductor de puesta a tierra de equipo instalado entre cajas de empalmes, envolventes de transformador u otras envolventes en el circuito alimentador de luminarios de nicho mojado, o entre los compartimentos de alambrado hechos en obra, de los luminarios de nicho seco, debe conectarse a las terminales de puesta a tierra del panel de alumbrado y control.

Excepción 2: Cuando el luminario subacuático se alimente desde un transformador, un interruptor de circuito por falla a tierra, un desconectador operado por un reloj, un desconectador de acción rápida manual que esté localizado entre el panel de alumbrado y control y una caja de empalmes, conectados a la tubería que se extiende directamente hasta el luminario subacuático, el conductor de puesta a tierra del equipo puede conectarse a las terminales de puesta a tierra en el transformador, interruptor de circuito por falla a tierra, o envolvente del desconectador de acción rápida.

- 3) Los luminarios de nicho mojado que estén alimentados por cables o cordones flexibles deben tener todas las partes metálicas no conductoras de corriente eléctrica descubiertas puestas a tierra por un conductor de cobre aislado y que sea parte integral del cordón o cable. Este conductor de puesta a tierra debe conectarse a una terminal de puesta tierra en la caja de empalmes de alimentación en la envolvente del transformador u otras envolventes. El conductor de puesta a tierra no debe ser menor que el conductor de alimentación y no menor que 1,31 mm² (16 AWG).
- c) **Motores.** Los motores relacionados con albercas deben conectarse a un conductor de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95, pero no menor que 3,31 mm² (12 AWG). Debe ser un conductor de cobre aislado y se debe instalar con los conductores del circuito dentro de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o no metálico tipo pesado, o en cable tipo MC.

Excepción 1: Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo ligero para proteger a los conductores cuando se instalen sobre o dentro de edificios.

Excepción 2: Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles dentro de un motor o adyacentes a él, se permite el uso de tubo metálico flexible hermético a líquidos con accesorios aprobados.

Excepción 3: Se permiten cualquiera de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3 de esta norma para ser usado en unidades de vivienda unifamiliares.

Excepción 4: Se permite cordón flexible de acuerdo con lo indicado en 680-7.

- d) **Paneles de alumbrado y control.** Un panel de alumbrado y control que no sea parte del equipo de acometida debe tener un conductor de puesta a tierra instalado entre su terminal de puesta a tierra y la terminal de puesta a tierra del equipo de acometida. Este conductor debe ser de tamaño nominal acorde con la Tabla 250-95 pero no menor que 3,31 mm² (12 AWG); debe ser un conductor aislado e instalado con los conductores alimentadores en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, o no metálico tipo pesado. El conductor de puesta a tierra del equipo debe conectarse a una terminal de puesta a tierra del panel de alumbrado y control.

Excepción 1: El conductor de puesta a tierra de equipo entre un panel de alumbrado y control lejano existente y el equipo de acometida, no necesita colocarse en un tubo si la conexión se hace por medio de un cable aprobado ensamblado con un aislante que tenga un conductor de puesta a tierra de equipo con envolvente.

Excepción 2: Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo ligero para proteger a los conductores cuando se instalen sobre o dentro de edificios.

NOTA - Véase 348-2.

- e) **Equipo conectado con cordones.** Cuando se conecte equipo fijo o estacionario con un cordón flexible para facilitar su remoción o desconexión para mantenimiento, reparación o almacenamiento, como está indicado en la Sección 680-7, los conductores de puesta a tierra de equipo deben conectarse a una parte metálica fija del conjunto. La parte que es desmontable debe estar montada sobre la parte metálica fija o estar interconectada a ella.
- f) **Otros equipos.** Los equipos eléctricos que no sean luminarios subacuáticos, deben ser puestos a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 y conectados por los métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3.

680-26. Cubiertas de albercas accionadas eléctricamente

- a) **Motores y controladores.** Los motores eléctricos, controladores y alambrados, deben estar ubicados por lo menos a 1,5 m de la pared interna de la alberca, a menos que estén separados de ésta por una pared, cubierta u otra barrera permanente. Los motores eléctricos instalados por debajo del nivel de la alberca deben ser del tipo totalmente cerrado.

NOTA 1 - Para envolventes instaladas en lugares secos y mojados, véase 373-2(a).

NOTA 2 - Para interruptores automáticos instalados en lugares mojados, véase 380-4.

NOTA 3 - Para protección contra líquidos véase 430-11.

- b) **Métodos de alambrado.** El motor eléctrico y el controlador deben estar conectados a un circuito protegido por un interruptor de circuito por falla a tierra.

680-28. Bombas para alberca con doble aislamiento. En albercas de natación instaladas permanentemente, se permite que sean alimentadas con bombas aprobadas para conexión con cordón y clavija, las cuales deben incorporar un sistema de doble aislamiento que provea un medio de puesta a tierra solamente de las partes metálicas internas inaccesibles no conductoras de corriente eléctrica de la bomba.

C. Albercas desmontables

680-30. Bombas. Una bomba con filtro para alberca conectada por cordón, debe tener incorporado un sistema aprobado de doble aislamiento o su equivalente y debe estar provista con medios para la puesta a tierra solamente de las partes metálicas del aparato eléctrico, internas e inaccesibles, que no transporten corriente eléctrica. El medio de puesta a tierra debe ser un conductor instalado con los propios conductores de la fuente de alimentación en el cordón flexible, que esté adecuadamente terminado por una clavija con terminal de puesta a tierra.

680-31. Interruptores de circuitos por falla a tierra. Todo equipo eléctrico, incluyendo los cordones de alimentación, utilizado en albercas desmontables, debe protegerse con interruptores de circuito por falla a tierra.

NOTA - Cuando se utilicen cordones flexibles, véase 400-4.

680-32. Luminarios. Un luminario instalado en o sobre la pared de una alberca desmontable, debe ser del tipo conectado por cordón y clavija. Este aparato debe:

- 1) No tener partes metálicas expuestas.
- 2) Tener una lámpara que opere a 15 V o menos.
- 3) Tener la envolvente del transformador, lentes poliméricos resistentes al impacto y una cubierta porta-luminarios.
- 4) Tener un transformador que cumpla lo requerido en 680-5(a) con una tensión eléctrica en el primario de no más de 150 V.
- 5) Estar aprobados para tal propósito.

Excepción: Un luminario sin transformador y con lámpara que operen a no más de 150 V puede ser del tipo para conectar por medio de cordón y clavija si se cumple con lo siguiente:

- a. No tiene partes metálicas expuestas.
- b. Tiene lentes poliméricos resistentes al impacto.
- c. Está provisto de un interruptor de circuito por falla a tierra con protección de neutro abierto, como parte integral del conjunto.
- d. El luminario debe estar conectado permanentemente al interruptor de circuito por falla a tierra con protección de neutro abierto.
- e. Cumple con lo requerido en 680-20 (a).
- f. Está aprobado para este propósito. **D. Fuentes de aguas termales y bañeras térmicas**

680-40. Instalaciones exteriores. Las instalaciones exteriores de fuentes de aguas termales y bañeras, deben cumplir con las disposiciones de las Partes A y B de este Artículo.

Excepción 1: Cintas metálicas o abrazaderas usadas para asegurar los peldaños de madera no están incluidas en 680-22.

Excepción 2: Las unidades en conjunto pueden conectarse por medio de cordón y clavija, de longitud no mayor que 4,60 m si están protegidas por un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción 3: Se permite la conexión de metal a metal de una estructura común o base.

Excepción 4: Las unidades empaquetadas que utilicen un panel de alumbrado y control remoto instalado en fábrica pueden ser conectadas por medio de tubo (conduit) flexible a prueba de líquidos de no más de 90 cm de longitud.

680-41. Instalaciones interiores. Las instalaciones interiores de una bañera térmica o de una fuente de aguas termales deben estar conformes con los requisitos de esta Parte y el método de alambrado, debe ser según lo indicado en el Capítulo 3.

Excepción: En las unidades en conjunto aprobadas, de capacidad nominal de 20 A o menor, se permite conectar por medio de cordón y clavija para facilitar la remoción o desconexión para mantenimiento y reparación.

a) Receptáculos

- 1) Al menos un receptáculo debe localizarse en el lugar a no menos de 1,5 m de la pared interna de la fuente de aguas termales o de la bañera térmica.
- 2) Los receptáculos de 120 V o 127 V localizados dentro de 3 m de la pared interna de la bañera térmica o de aguas termales, deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra.

NOTA- En la determinación de las dimensiones, la distancia medida es la línea más corta que el cordón de alimentación de un aparato eléctrico conectado al receptáculo, debe seguir sin penetrar un piso, pared o techo de una edificación u otra barrera fija.

- 3) Los receptáculos que suministran energía a la bañera térmica o a las fuentes termales deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra.

b) Luminarios, salidas de luminarios y ventiladores de techo

- 1) Los luminarios, salidas para luminarios y ventiladores de techo localizados sobre fuentes de aguas termales o bañeras térmicas, ubicados dentro de 1,5 m medidos horizontalmente desde el interior de las paredes de las fuentes de aguas termales o bañeras térmicas, deben estar localizados por lo menos a 2,3 m sobre el nivel máximo del agua y deben estar protegidos con un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción 1: Los luminarios, salidas para luminarios y ventiladores de techo a 3,6 m o más sobre el nivel del agua no requieren de un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción 2: Se permite instalar a menos de 2,3 m sobre las fuentes aguas termales o bañeras térmicas, a los luminarios que cumplan los requisitos de (a) y (b) siguientes y que estén protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra,

- a. Los luminarios empotrados con un lente plástico o de vidrio y un borde no metálico o borde metálico separado eléctricamente, aprobados e identificados para usarse en lugares mojados.
 - b. Los aparatos montados en la superficie con un globo plástico o de vidrio y un dispositivo no metálico para usarse en lugares mojados.
- 2) Los aparatos de alumbrado subacuático deben cumplir con las disposiciones de la Parte B de esta Sección.
- c) **Desconectadores de pared.** Los desconectadores de pared deben estar localizados a no menos de 1,5 m medidos horizontalmente desde el interior de la pared de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas.
 - d) **Puentes de unión.** Las siguientes partes deben conectarse eléctricamente:
 - 1) Todos los accesorios metálicos dentro o fijos a la estructura de la fuente de aguas termales o de la alberca térmica.

- 2) Partes metálicas de equipo eléctrico asociado al sistema de circulación del agua de la fuente de aguas termales y bañeras térmicas, incluyendo motores y bombas.
- 3) Canalizaciones metálicas y cañerías metálicas, dentro de 1,5 m del interior de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas y que no estén separadas de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas por una barrera permanente.
- 4) Todas las superficies metálicas que estén dentro de 1,5 m de la pared interna de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas y que no estén separadas de éstas por una barrera permanente.

Excepción: Pequeñas superficies conductoras no susceptibles de energizarse tales como surtidores de aire, herrajes de desagüe, que no estén conectados a tubería metálica, toalleros, marcos de espejos y equipo no eléctrico.

- 5) Dispositivos y controles eléctricos no asociados con la fuente de aguas termales o con las bañeras térmicas deben ubicarse a 1,5 m o más, de las unidades que deben conectarse al sistema de la fuente de aguas termales y bañeras térmicas.

e) **Métodos de conexión de puentes de unión.** Todas las partes metálicas asociadas con la fuente de aguas termales y bañeras térmicas deben conectarse por cualquiera de los siguientes métodos:

- 1) la conexión de tubería y accesorios metálicos roscados o de tubería metálica,
- 2) montaje de metal a metal sobre una estructura o base común,
- 3) por la provisión de un puente de unión de cobre aislado, cubierto o desnudo, no menor que 8,37 mm² (8 AWG).

f) **Puesta a tierra.** El siguiente equipo debe tener conexión de puesta a tierra:

- 1) Todo equipo eléctrico localizado dentro de 1,5 m de la pared interior de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas.
- 2) Todo equipo eléctrico asociado al sistema de circulación del agua de la fuente de aguas termales o bañeras térmicas.

g) **Método de puesta a tierra**

- 1) Todo equipo eléctrico debe ser puesto a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 y conectado por un método de alambrado establecido en el Capítulo 3.
- 2) Cuando el equipo se conecte con un cordón flexible, el conductor de puesta a tierra del equipo debe ser conectado a una parte metálica fija del conjunto.

h) **Calentadores eléctricos de agua.** Todos los calentadores eléctricos para aguas termales o bañeras térmicas deben estar aprobados, tener los elementos de calefacción subdivididos en carga que no exceda 48 A y estar protegidos a no más de 60 A.

La capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito derivado y la capacidad o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, no debe ser menor que 125% del total de la carga de la capacidad nominal de la placa de datos.

i) **Equipo de audio subacuático.** El equipo de audio subacuático debe cumplir con lo dispuesto en las Partes B o C de este Artículo.

680-42. Protección. Las salidas para conectar equipo eléctrico asociado con las bañeras térmicas deben estar protegidas por interruptores de circuito por falla a tierra.

680-50. Disposiciones generales. Las disposiciones de la Parte E deben aplicarse a todas las fuentes que están definidas en 680-4. Las fuentes que tienen agua común de una alberca deben cumplir con los requisitos para alberca de este Artículo.

Excepción: Las fuentes desmontables auto abastecidas con cualquier dimensión no mayor que 1,5 m no están cubiertas por la Parte E.

680-51. Luminario, bombas y otros equipos sumergibles

- a) **Interruptores de circuito por falla a tierra.** Debe instalarse un interruptor de circuito por falla a tierra en los circuitos derivados que alimenten a equipos de fuentes.

Excepción: No se requiere del interruptor de circuito por falla a tierra cuando el equipo opere a 15 V o menos y esté alimentado por un transformador que cumpla con lo indicado en 680-5 (a).

- b) **Tensión eléctrica de operación.** Todas los luminarios deben instalarse para operar a 150 V o menos entre conductores. Las bombas y equipos sumergibles deben operar a 300 V o menos entre conductores.
- c) **Lentes de luminarios.** Los luminarios deben instalarse con su parte superior por debajo del nivel de agua de la fuente, a menos que estén aprobados para ser colocados por encima. Un luminario dirigido hacia arriba debe tener su lente resguardada para impedir el contacto de cualquier persona.
- d) **Protección contra aumentos de temperatura.** El equipo eléctrico cuyo funcionamiento seguro depende de la condición de estar sumergido, debe estar protegido contra aumentos de temperatura por medio de un sistema de interrupción que opere cuando el nivel de agua descienda.
- e) **Alambrados.** El equipo debe estar provisto de entradas para tubo (conduit) roscado o para cordones flexibles adecuados. La longitud máxima de cordón expuesto dentro de la fuente debe estar limitada a 3 m. Los cordones que se prolonguen más allá del perímetro de la fuente, deben estar dentro de un ducto aprobado para alambrado. Las partes metálicas de equipo que estén en contacto con el agua deben ser de bronce o de otro metal aprobado como resistente a la corrosión.
- f) **Mantenimiento.** El equipo debe poder sacarse del agua para cambio de lámparas o para el mantenimiento normal. Los luminarios no deben estar permanentemente empotrados en la estructura de la fuente, de manera que sea necesario reducir el nivel del agua o sacarla enteramente para el cambio de lámparas, para mantenimiento o para inspección.
- g) **Estabilidad.** El equipo debe tener una estabilidad inherente o estar fijo en su sitio de manera segura. **680-52. Cajas de empalmes y otras envolventes**
 - a) **Disposiciones generales.** Las cajas de empalmes y otras envolventes que se utilicen para instalaciones que no sean subacuáticas, deben cumplir con lo indicado en 680-21(a)(1), (2) y (3) y (b) (c) y (d).
 - b) **Cajas de empalmes u otras envolventes subacuáticas.** Las cajas de empalmes y otras envolventes subacuáticas deben ser herméticas al agua y:
 - 1) Deben estar equipadas con entradas para tubo (conduit) roscado, o con conectores de compresión o sellos para la entrada de cordones,
 - 2) Deben ser de cobre, bronce u otro material resistente a la corrosión,
 - 3) Deben sellarse con un compuesto aprobado para prevenir la entrada de humedad,
 - 4) Deben estar firmemente fijadas a los soportes o directamente a la superficie de la fuente e interconectadas como está requerido. Cuando la caja de empalmes está soportada solamente por un tubo eléctrico, el tubo debe ser de cobre, bronce u otro material aprobado resistente a la corrosión. Cuando la caja esté unida a un tubo no metálico debe tener soportes adicionales y sujetadores de cobre, bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión.

NOTA - Véase 370-23 para soportes de envolventes.

680-53. Conexiones. Todos los sistemas de cañerías o tuberías metálicas asociadas con la fuente deben unirse sólidamente (puentes de unión) al conductor de puesta a tierra del equipo, del circuito derivado que alimenta a la fuente.

NOTA - Véase 250-95 para tamaño nominal de los conductores

. **680-54. Puesta a tierra.** El siguiente equipo debe estar puesto a tierra:

- 1) Todo equipo eléctrico localizado dentro de la fuente o hasta 1,5 m de distancia de la pared interna de la misma.
- 2) Todo equipo relacionado con el sistema de regulación de agua de la fuente.
- 3) Los paneles de alumbrado y control que no formen parte del equipo de acometida y que alimenten cualquier equipo eléctrico relacionado con la fuente.

680-56. Equipo conectado por cordón y clavija

- a) **Interruptores de circuito por falla a tierra.** Todo equipo eléctrico, incluyendo los cordones de alimentación, debe estar protegido por un interruptor de circuito por falla a tierra.
- b) **Tipos de cordones.** Los cordones flexibles sumergidos o expuestos al agua, deben ser tipo pesado resistentes a este servicio, como se establece en la Tabla 400-4.
- c) **Sello.** El extremo del aislamiento y las terminales del cordón flexible del conductor dentro del equipo y su conexión a tierra, deben ser tratados de manera similar con un sellador para prevenir la entrada de agua y proteger estas conexiones de sus efectos dañinos dentro del equipo.
- d) **Terminales.** Las conexiones con cordón flexible deben ser permanentes, excepto cuando se usen clavijas y receptáculos del tipo de puesta a tierra para facilitar el retiro o desconexión de equipo fijo o estacionario para su mantenimiento, reparación o almacenamiento y cuando dichos dispositivos no estén ubicados en una parte de la fuente que contenga agua.

680-61. Albercas terapéuticas instaladas permanentemente. Las albercas terapéuticas instaladas a nivel del piso o sobre el piso en una edificación, de forma que no puedan ser fácilmente desmontadas, deben cumplir con las Partes A y B de este Artículo.

Excepción: Las limitaciones indicadas en 680-6(b)(1) y (2) no se aplican cuando el luminario es del tipo totalmente cerrado.

680-62. Bañeras terapéuticas (tanques hidroterapéuticos). Las bañeras terapéuticas usadas para la inmersión y tratamiento de pacientes que no se pueden mover fácilmente de un lugar a otro en uso normal, o aquellas que estén aseguradas de cualquier manera en un lugar específico, incluyendo sistemas de tubería asociados, deben estar en conformidad con esta Parte de la norma.

- a) **Interruptor de circuito por falla a tierra.** Todo equipo terapéutico debe estar protegido con un interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción: El equipo eléctrico terapéutico portátil debe cumplir con lo indicado en 250-45.

- b) **Puentes de unión.** Las siguientes partes deben ser conectadas eléctricamente entre sí:

- 1) Todos los accesorios metálicos dentro o fijos a la estructura de la bañera.
- 2) Partes metálicas de equipo eléctrico asociado con el sistema de circulación del agua de la bañera, incluyendo los motores de bombas.
- 3) Cables con cubierta de metal, canalizaciones y tubería metálica que estén dentro de una distancia de 1,5 m desde la pared interna de la bañera y no separados de la bañera por una barrera permanente.
- 4) Todas las superficies metálicas que estén dentro de una distancia de 1,5 m de la pared interna de la bañera y no separada de ésta por una barrera permanente.
- 5) Los dispositivos y controles eléctricos no asociados a la bañera terapéutica deben estar alejados a un mínimo de 1,5 m de ésta, o se deben conectar al sistema de puentes de unión de bañeras terapéuticas.

- c) **Método de conexión de los puentes de unión.** Todas las partes metálicas asociadas con la bañera deben ser conectadas por alguno de los siguientes métodos:

- 1) La conexión de tubería y accesorios metálicos roscados.
- 2) En montajes de metal a metal sobre una estructura o base común.
- 3) Conexiones con empalmes metálicos adecuados tales como grapas y/o abrazaderas.
- 4) Por medio de un puente de unión de cobre aislado o desnudo no menor que 8,37 mm² (8 AWG).

- d) **Puesta a tierra.** El siguiente equipo eléctrico debe tener conexión de puesta a tierra.

- 1) Todo equipo eléctrico localizado dentro de 1,5 m de las paredes internas de la bañera.
- 2) Todo equipo eléctrico asociado al sistema de circulación de agua de la bañera.

e) Métodos de puesta a tierra

- 1) Todo equipo eléctrico debe ser puesto a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 y conectado por un método de alambrado de los indicados en el Capítulo 3.
- 2) Cuando el equipo se conecte con un cordón flexible, los conductores de puesta a tierra del equipo deben estar conectados a una parte metálica fija del conjunto.

f) Receptáculos. Todos los receptáculos dentro de 1,5 m alrededor de una bañera terapéutica deben protegerse con un interruptor de circuito por falla a tierra.

g) Luminarios. Todos los luminarios usados en áreas de bañeras terapéuticas deben ser del tipo totalmente cerrado.

680-70. Protección. Las bañeras de hidromasajes y sus componentes eléctricos asociados deben protegerse por medio de un interruptor de circuito por falla a tierra. Todos los receptáculos monofásicos de 120 y 127 V dentro de una distancia de 1,5 m de la pared interna de la bañera de hidromasaje deben estar protegidos por interruptor de circuito por falla a tierra.

680-71. Otro equipo eléctrico. Los luminarios, desconectadores, receptáculos y otros equipos eléctricos ubicados en la misma sala y que no estén directamente asociados con una bañera de hidromasaje, se deben instalar de acuerdo con los requisitos de los Capítulos 1 a 4 de esta NOM, que cubren la instalación de ese equipo en los cuartos de baños.

ARTICULO 695-BOMBAS CONTRA INCENDIOS

695-3. Fuentes de suministro de los motores de bombas contra incendios

- a) La corriente eléctrica debe llegar a los motores eléctricos de bombas contra incendios a través de uno o más de los siguientes medios:
 - 1) **Acometida.** Cuando el motor reciba energía desde una acometida, debe estar situado e instalado de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de daño por los incendios producidos en el interior del edificio o por otros riesgos.
 - 2) **Generadores internos.** Cuando el motor reciba energía de generadores instalados en el edificio, éstos deben estar protegidos de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de daños por los incendios producidos.
- b) Si el motor recibe la energía de otra acometida o de una conexión situada en un punto anterior al medio de desconexión de la acometida, la instalación debe cumplir lo siguiente:
 - 1) Excepción 1 de 230-2.
 - 2) 230-72(b).
 - 3) Excepción 5 de 230-82.

Cuando el motor reciba corriente eléctrica de una conexión situada en un punto anterior al medio de desconexión de la acometida, dicha conexión no debe estar situada en el mismo compartimento en el que esté instalado el medio de desconexión.

- c) Los conductores de conexión deben conectar directamente la fuente de suministro a un controlador aprobado para bombas contra incendios.

Excepción 1: Se permite instalar un medio de desconexión y uno o más dispositivos de protección contra sobrecorriente entre la fuente de suministro y el controlador aprobado. Dicho medio de desconexión y dispositivo o dispositivos de sobrecorriente deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Los dispositivos de sobrecorriente se deben elegir o programar de modo que soporten indefinidamente la suma de las corrientes eléctricas a rotor bloqueado, de todos los motores de las bombas contra incendios y de las bombas auxiliares, más la capacidad de corriente eléctrica a plena carga de todos los accesorios eléctricos de las bombas que estén conectados a dicha fuente de suministro.

NOTA: Véase 240-3 a).

- b. Los medios de desconexión deben estar aprobados como adecuados para su uso como equipo de la acometida y se deben poder bloquear en posición cerrada.
- c. En la parte exterior del medio de desconexión se debe instalar una placa con el mensaje "Medio de desconexión de la bomba contra incendios", en letras de 2,5 cm de alto como mínimo.
- d. Al lado del controlador de la bomba contra incendios se debe instalar otra placa que indique la posición del medio de desconexión y lugar de la llave, si el medio la requiere.
- e. El medio de desconexión se debe poder supervisar en posición cerrada por uno de los medios siguientes:
 - 1. Por medio de un dispositivo de señales conectado a un puesto central, un puesto remoto o de otro tipo especial.
 - 2. Por medio de un sistema de señales que avise a través de una señal sonora producida en un lugar con vigilancia constante.
 - 3. Bloqueándolo en su posición cerrada.
- 4. Cuando el medio de desconexión esté situado en locales cercados o en edificios supervisados por el propietario, instalando una forma de sellado en el medio de desconexión e inspeccionándolo semanalmente.

Excepción 2: Cuando la tensión eléctrica de suministro sea distinta a la del motor de la bomba, se debe instalar un transformador que cumpla los requisitos indicados en 695-5 y un medio de desconexión y uno o varios dispositivos de protección contra sobrecorriente que cumplan los requisitos de la Excepción 1 anterior.

695-4. Bombas contra incendios con varias fuentes de suministro

- a) **Varias fuentes de suministro.** Cuando no sea posible disponer de una fuente de suministro eléctrico confiable según se establece en 695-3(a), esto se debe conseguir por medio de:
 - (1) la combinación de dos o más de los medios anteriormente descritos, o
 - (2) con uno o más de esos medios y un grupo generador en el sitio. Las fuentes de suministro se deben conectar de modo que un incendio en una de ellas no impida que funcionen las demás.
- b) **Conexión directa.** Los conductores de suministro deben conectar directamente las fuentes de suministro a una combinación aprobada de controlador de bomba y desconectador de transferencia o a un medio de desconexión y a uno o más dispositivos de protección contra sobrecorriente que cumplan los requisitos indicados en la Excepción 1 de 695-3(c).

Excepción: Cuando una de las fuentes alternativas de suministro sea un grupo generador instalado en el edificio, el medio de desconexión y los dispositivos de sobrecorriente de dichos conductores se deben elegir o programar para que permitan la transferencia instantánea y el funcionamiento de todos los motores de las bombas.

695-5. Transformadores

- a) **Capacidad admisible.** Cuando se utilice un transformador exclusivamente para una instalación de bombas contra incendios, su capacidad nominal debe ser como mínimo 125% de la siguiente cantidad:
 - 1) La corriente eléctrica a plena carga de todos los motores de las bombas, más
 - 2) La corriente eléctrica a plena carga de todos los motores de las bombas auxiliares que estén conectados al mismo circuito, más
 - 3) La corriente eléctrica a plena carga de todos los demás accesorios de las bombas que estén conectados al mismo circuito.

NOTA: Para la selección de las corrientes a plena carga de los motores, véase lo establecido en la Sección 430-6.

b) Protección contra sobrecorriente

- 1) No se permite instalar protección contra sobrecorriente en el secundario.

- 2) Se permite seleccionar o programar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario a 600% de la corriente eléctrica nominal a plena carga del transformador. Ese valor debe bastar para transportar indefinidamente una corriente eléctrica equivalente a la del secundario del transformador, es decir, la suma de:
- La corriente eléctrica a rotor bloqueado de todos los motores de las bombas.
 - La corriente eléctrica a rotor bloqueado de todos los motores de las bombas auxiliares que estén conectados al mismo circuito.
 - La corriente eléctrica a plena carga de todos los demás accesorios de las bombas que estén conectados al mismo circuito.

NOTA: Los motores deben ser de diseño B y para las corrientes a rotor bloqueado de los motores de 3,75 kW (5 CP) tomar la letra de código J, para 5,60 kW y 7,50 kW (7,5 CP y 10 CP) la letra de código H y para 11,2 kW (15 CP) y mayores, la letra de código G, ver las tablas 430-7 b) y 430-151b), para referencias

695-7. Ubicación del equipo

- Ubicación de los controladores y del desconectador de transferencia.** Los controladores de los motores eléctricos de las bombas y de los desconectadores de transferencia, deben estar situados lo más cerca posible de los motores que controlan y a la vista de ellos.
- Ubicación de los controladores de otros motores.** Los controladores de los demás motores eléctricos deben estar situados lo más cerca posible de los motores que controlan y a la vista de ellos.
- Almacenamiento de baterías.** Las baterías de los motores diesel deben estar en un estante sobre el suelo, o bien sujetas y situadas donde no estén expuestas a temperatura excesiva, vibraciones, daño mecánico o al agua.
- Partes energizadas de equipo.** Todas las partes de equipo que puedan estar energizadas deben estar situadas a 30 cm como mínimo sobre el nivel del suelo.
- Controladores y desconectadores de transferencia.** Los controladores de motores y los desconectadores de transferencia deben estar situados o protegidos para que no les llegue el agua procedente de las bombas o de sus conexiones.
- Equipo de mando.** Todos los equipos de control de las bombas contra incendios deben estar sujetos a estructuras de material no combustible.

695-8. Alambrado

- Conductores de suministro.** Los conductores de suministro deben instalarse por la parte exterior de las construcciones y tratarse como conductores de la acometida, de acuerdo con las disposiciones del Artículo 230 de esta norma. Cuando no puedan instalarse por fuera del edificio, se permite instalarlos por dentro, siempre que estén enterrados o encerrados bajo concreto de un espesor mínimo de 50 mm, como lo establece el Artículo 230.

Excepción 1: Se permite que los conductores de suministro de las bombas contra incendios a los que se refiere la Excepción 1 de 695-3(c), pasen a través del edificio si están conectados a sistemas de protección aprobados con clasificación a prueba de flama de una hora como mínimo. Esas instalaciones deben cumplir las limitaciones establecidas para la aprobación de dichos sistemas.

Excepción 2: Los conductores de suministro que haya en el cuarto de distribución del que se deriven y el cuarto de máquinas de las bombas.

- b) **Métodos de alambrado.** Todos los cables que vayan desde los controladores de los motores de las bombas hasta dichos motores, deben instalarse en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, metálico flexible a prueba de líquidos o ser cables de Tipo MI.

c) **Conductores.** Los conductores deben estar protegidos solamente contra cortocircuito según se permita o exija en lo siguiente:

Excepción 4 de 230-90(a) Excepción de 230-94 Excepción 2 de 230-95 Sección 230-208. Sección 240-3(a).

Excepción 2 de 240-13 Sección 430-31. Excepción 4 de 430-72(b) Excepción 5 de 430-72(c).

Excepción: Los conductores entre las baterías y el motor.

- d) **Controladores de las bombas contra incendios.** Los controladores de las bombas contra incendios no se deben usar como cajas de empalmes para conectar a otro equipo. Tampoco se deben conectar a los controladores de las bombas contra incendios, los conductores de suministro de las bombas auxiliares.
- e) **Tensión eléctrica en las terminales de la red.** Cuando se pongan en marcha los motores, la tensión eléctrica de las terminales de la red en el control no debe caer más de 15% por debajo de su valor normal (tensión eléctrica nominal del controlador). Cuando el motor funcione a 115% de su corriente eléctrica a plena carga, la tensión eléctrica en las terminales del motor no debe caer más de 5% de la tensión eléctrica nominal del motor.

Excepción: Esta limitación no se aplica a la puesta en marcha de emergencia por medios mecánicos.

- f) **Requisitos de alambrado.** Todos los cables entre los controladores de los motores y las baterías, se deben instalar siguiendo las instrucciones del fabricante del motor y del controlador. Estos cables deben protegerse contra daño físico.

695-9. Cables de control

- a) **Circuitos conectados exteriormente a los controladores.** Los circuitos externos de control deben instalarse de manera que la falta de uno de ellos (circuito abierto o cortocircuito) no impida el funcionamiento de la bomba por otros medios internos o externos. La apertura, desconexión, cortocircuito o corte de corriente eléctrica en estos circuitos, pueden hacer que la bomba siga funcionando continuamente, pero no deben impedir que el controlador o controladores pongan en marcha la bomba por causas distintas a estos circuitos externos de control.
- b) **Instalación de sensores.** No se deben instalar sensores de baja tensión eléctrica, de pérdida de fase, de cambios de frecuencia u otros que impidan automática o manualmente el funcionamiento del circuito del motor.
- c) **Dispositivos remotos.** No se deben instalar dispositivos remotos que impidan el funcionamiento automático del desconectador de transferencia.
- d) **Alambrado en el sitio.** Todos los conductores entre el controlador y el motor no eléctrico, deben ser cableados y tener una capacidad de conducción de corriente que les permita transportar continuamente toda la carga o corriente eléctrica de control necesaria, según las instrucciones del fabricante del controlador. Los cables deben estar protegidos contra daño físico. En cuanto a la separación y tamaño nominal de los cables, se deben seguir las instrucciones del fabricante del control.
- e) **Métodos de alambrado.** Todos los cables de control de los motores eléctricos de bombas contra incendios deben ir instalados en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, metálico flexible a prueba de líquidos, o ser cables de Tipo MI.

ARTICULO 920-DISPOSICIONES GENERALES

920-1 Objetivo y campo de aplicación. El objetivo de este Capítulo es establecer las disposiciones para salvaguardar a las personas y sus propiedades de los riesgos originados por las líneas y subestaciones eléctricas, líneas de comunicación y su equipo asociado, durante su instalación, operación y mantenimiento. Los requisitos aquí establecidos se consideran como los mínimos necesarios para la seguridad y salud del público y de los trabajadores, la preservación del ambiente y el uso racional de la energía.

Se aplica a las líneas eléctricas de suministro público, subestaciones eléctricas, transportes eléctricos, alumbrado público y otras líneas eléctricas y de comunicación ubicadas en la vía pública, así como a instalaciones similares propiedad de los usuarios, para fines de este capítulo y cuando así se especifique en éste. Al establecer estos requisitos se ha considerado, en principio, que dichas líneas deben estar operadas y mantenidas por personas calificadas.

920-2. Definiciones

Empalme: Unión destinada a asegurar la continuidad eléctrica entre dos o más tramos de conductores, que se comporta eléctrica y mecánicamente como los conductores que une.

Línea de suministro eléctrico: Aquella que se usa para la transmisión, distribución y utilización en general de la energía eléctrica.

Tensión eléctrica de aguante de baja frecuencia: Para un aislador, es el valor eficaz de la tensión eléctrica a 60 Hz que bajo condiciones normalizadas puede aplicarse sin causar flameo o perforación del aislador.

Tensión eléctrica de flameo de baja frecuencia: Para un aislador, es el valor eficaz de la tensión eléctrica a 60 Hz que bajo condiciones normalizadas causa flameo sostenido a través del medio circundante.

ARTICULO 921 -PUESTA A TIERRA

A. Disposiciones generales

921-1. Disposiciones generales. El objeto de este Artículo es proporcionar métodos prácticos de puesta a tierra, como uno de los medios de salvaguardar al público y a los operarios del daño que pudiera causar el potencial eléctrico en las líneas de servicio público de energía eléctrica. Este Artículo se refiere a los métodos para conectar a tierra los conductores y el equipo de líneas eléctricas y de comunicación; los requisitos que establecen en qué casos estos elementos deben estar conectados a tierra, se encuentran en otras secciones de esta norma.

Para mayor detalle sobre puesta a tierra, véase Artículo

250. 921-2. Definiciones

Electrodo: cuerpo metálico conductor o conjunto de cuerpos conductores agrupados, en contacto último con el suelo y destinados a establecer una conexión con el mismo.

Guarda: elemento protector contra contacto a un conductor eléctrico.

921-3. Medición de la resistencia del sistema de tierra. La medición de la resistencia del sistema de tierra, debe efectuarse desconectando el electrodo, del neutro del sistema.

921-4. Puesta a tierra durante reparaciones. El equipo o los conductores que operen a más de 110 V entre fases y que se deban reparar cuando se desconecten de su fuente de abastecimiento, deben conectarse a tierra, antes y durante la reparación.

921-5. Punto de conexión del conductor de puesta a tierra en sistemas de c.c.

a) **Hasta de 750 V** En sistemas de c.c. hasta de 750 V, que requieran estar conectados a tierra, la conexión debe hacerse sólo en la fuente de alimentación. Para sistemas de tres hilos, esta conexión debe hacerse al neutro.

b) **Más de 750 V** En sistemas de c.c. de más de 750 V, que requieran estar conectados a tierra, la conexión debe hacerse tanto en la fuente de alimentación como en los centros de carga. Esta conexión debe hacerse al neutro del sistema.

921-6. Corriente eléctrica en el conductor de puesta a tierra. Los puntos de conexión de puesta a tierra deben estar ubicados en tal forma que, bajo condiciones normales, no haya un flujo de corriente eléctrica inconveniente en el conductor de puesta a tierra. Si se tiene un flujo de corriente eléctrica en un conductor de puesta a tierra, se debe tomar una o más de las siguientes medidas para localizar el portador de flujo:

- a) Eliminar una o más de las conexiones de puesta a tierra.
- b) Cambiar la localización de las conexiones de puesta a tierra.
- c) Interrumpir la continuidad del conductor entre las conexiones de puesta a tierra.
- d) Otras medidas efectivas para limitar la corriente eléctrica, de acuerdo con un estudio confiable.

La conexión de puesta a tierra en el transformador de alimentación, no debe removese. Las corrientes eléctricas instantáneas que se presentan bajo condiciones anormales, mientras los conductores de puesta a tierra están desempeñando sus funciones de protección, no se consideran como inconvenientes para estos casos.

El conductor debe tener capacidad para conducir la corriente eléctrica de falla, durante el tiempo que dure la falla sin sobrecarga térmica o sin sobretensiones peligrosas. Véase 92 1-10.

921-7. Material de los conductores de puesta a tierra. El material de los conductores de puesta a tierra debe garantizar la adecuada conducción de corrientes a tierra, preferentemente sin empalmes. Si los empalmes son inevitables, deben ser resistentes mecánicamente y a la corrosión, y estar hechos y mantenidos de tal modo que no se incremente la resistencia del conductor. Para apartarrayos, el conductor de puesta a tierra debe ser tan corto y exento de curvas cerradas (ángulos menores a 90°) como sea posible.

La estructura metálica de un edificio o construcción, puede servir como conductor de puesta a tierra y como un aceptable electrodo de tierra, si cumple con lo indicado en 92 1-25.

921-8. Desconexión del conductor de puesta a tierra. En ningún caso debe insertarse un dispositivo de desconexión en el conductor de puesta a tierra.

Excepción: Se permite la desconexión temporal del conductor de puesta a tierra para propósitos de prueba, hecha bajo supervisión de personal calificado.

921-9. Medios de conexión. La conexión del conductor de puesta a tierra y los diferentes elementos a que está unido, debe hacerse por medios que igualen las características del propio conductor y que sean adecuados para la exposición ambiental. Estos medios incluyen soldaduras, conectores mecánicos o de compresión y zapatas o abrazaderas de puesta a tierra.

921-10. Capacidad de conducción de corriente y resistencia mecánica. "La capacidad de conducción de corriente de tiempo corto" de un conductor desnudo de puesta a tierra, es la corriente eléctrica que éste puede soportar durante el tiempo (establecido en el cálculo correspondiente durante el cual se tiene circulación de corriente), sin fundirse o cambiar su estado, y para un conductor aislado es la corriente eléctrica que puede conducir, sin que se dañe el aislamiento.

a) **Para sistemas conectados a tierra en un solo punto.** El conductor de puesta a tierra para un sistema conectado a tierra en un solo punto, por medio de un electrodo o grupo de electrodos exclusivo para servicios individuales debe tener una "capacidad de conducción de corriente de corto tiempo" para la corriente eléctrica de falla, que pueda circular por el propio conductor durante el tiempo de operación del dispositivo de protección del sistema. Si este valor no puede determinarse, la capacidad de conducción de corriente permanente del conductor de puesta a tierra debe ser igual o mayor que la corriente eléctrica a plena carga del transformador o de otra fuente de alimentación.

b) **Para sistemas de c.a. con múltiples conexiones de puesta a tierra.** El conductor de puesta a tierra para un sistema de c.a. con conexiones múltiples a tierra, excluyendo las tierras en los servicios a usuarios, debe tener una capacidad continua de conducción de corriente, en cada conexión, mayor que un quinto de la capacidad de los conductores del sistema al que esté conectado. (Véase el inciso (e) de esta Sección).

c) **Para apartarrayos primarios.** El conductor de puesta a tierra debe tener "capacidad de conducción de corriente de tiempo corto", bajo las condiciones de corriente eléctrica causada por un disturbio. El conductor individual de puesta a tierra de un apartarrayos debe ser de tamaño nominal no menor que 13,3 mm² (6 AWG) de cobre, o de 21,2 mm² (4 AWG) de aluminio o un conductor equivalente en conductividad.

Cuando la flexibilidad del conductor de puesta a tierra es vital en la operación del apartarrayos, deben emplearse conductores flexibles adecuados.

El punto de referencia de tierra del apartarrayos se sujet a al tanque del transformador del cual parte un puente que conecta el neutro del transformador y, en su caso, una de las terminales de media tensión, junto con las cuales se conectan a tierra.

El tanque del transformador no debe utilizarse como un medio de puesta a tierra.

d) **Para equipo, mensajeros y retenidas.** El conductor de puesta a tierra para equipo, canalizaciones, mensajeros, retenidas, cubiertas metálicas de cables y otras cubiertas metálicas de conductores, debe tener la "capacidad de conducción de corriente de tiempo corto" para la corriente eléctrica de falla y para el tiempo de operación del dispositivo de protección del sistema. Si no se provee protección contra sobrecorriente o falla, la capacidad de conducción de corriente del conductor de puesta a tierra debe determinarse con base en las condiciones de diseño y operación del circuito, pero no debe ser de tamaño nominal menor que 8,37 mm² (8 AWG) de cobre.

Cuando las cubiertas metálicas de conductores y sus uniones a las cubiertas de equipo tienen la continuidad y capacidad de corriente requeridas, se pueden usar como medio de puesta a tierra del equipo.

e) **Límite de la capacidad de conducción de corriente.** El límite de capacidad de corriente del conductor de puesta a tierra es el siguiente:

1) La de los conductores de fase que suministrarían la corriente eléctrica de falla a tierra.

2) La corriente eléctrica máxima que pueda circular por el conductor, hacia el electrodo a que esté conectado. Para un conductor individual de puesta a tierra, esta corriente eléctrica es aproximadamente igual que el producto de la tensión eléctrica de suministro dividida entre la resistencia del electrodo.

f) Resistencia mecánica. Todo conductor de puesta a tierra debe tener resistencia mecánica para las condiciones a que esté sometido. Además, los conductores de puesta a tierra sin protección, deben tener una resistencia a la tensión mecánica mayor o igual que la correspondiente al tamaño nominal de 8,37 mm² (8 AWG) de cobre.

921 -11. Guardas y protección

a) Los conductores de puesta a tierra para sistemas conectados a tierra en un solo punto y aquellos conductores expuestos a daño mecánico, deben protegerse. No requieren protegerse donde no estén fácilmente accesibles al público ni donde conecten a tierra circuitos o equipo con múltiples conexiones puestas a tierra.

b) Cuando se requiera protección, los conductores de puesta a tierra deben protegerse por medio de guardas contra el riesgo a que estén expuestos. Las guardas deben tener un altura mínima de 2,50 m sobre el suelo o plataforma en que los conductores son accesibles al público.

c) Los conductores de puesta a tierra sin guardas expuestos a daño mecánico, deben protegerse fijándolos a la superficie del poste o estructura, colocándolos en la parte de la estructura menos expuesta.

d) Las guardas usadas para conductores de puesta a tierra de equipo de protección contra descargas atmosféricas, deben ser de material no magnético si envuelven completamente al conductor o si no están unidas en ambos extremos al propio conductor de puesta a tierra.

921 -1 2. Separación de conductores de puesta a tierra

a) Los conductores de puesta a tierra para equipo y circuitos de las clases indicadas a continuación, deben correr separadamente hasta sus propios electrodos. Excepto como lo permite el inciso (b) siguiente.

1) Apartarrayos de circuitos de más de 600 V y armazones de equipo que opere a más de 600 V.

2) Circuitos de alumbrado y fuerza hasta 600 V.

3) Puntas de pararrayos (protección contra descargas atmosféricas), a menos que estén conectadas a una estructura metálica puesta a tierra.

Como alternativa, los conductores de puesta a tierra pueden correr separadamente hasta una barra colectora de tierra o un cable de puesta a tierra del sistema, que esté conectado a tierra en varios lugares.

b) Los circuitos primario y secundario que utilicen un conductor neutro común, deben tener cuando menos una conexión de puesta a tierra por cada 400 m de línea, sin incluir las conexiones de puesta a tierra en los servicios de usuarios.

c) Cuando se usen electrodos independientes para sistemas independientes, deben emplearse conductores de puesta a tierra separados. Si se usan electrodos múltiples para reducir la resistencia a tierra, éstos pueden unirse entre sí y conectarse a un solo conductor de puesta a tierra.

d) Los electrodos artificiales para apartarrayos de sistemas eléctricos no conectados a tierra, que operen a tensiones eléctricas superiores a 15 kV entre fases, se recomienda que estén separados 6 m mínimo de los cables de comunicación subterráneos.

921 -1 3. Electrodos de puesta a tierra. El electrodo de puesta a tierra debe ser permanente y adecuado para el sistema eléctrico de que se trate. Un electrodo común (o sistema de electrodos) debe emplearse para conectar a tierra el sistema eléctrico y las envolventes metálicas de conductores y al equipo servido por el mismo sistema. El electrodo de tierra debe ser alguno de los especificados en 921-14 y 92 1-22.

921-14. Electrodos existentes. Para efectos de esta Sección, se entiende por "electrodos existentes" aquellos elementos metálicos instalados para otros fines diferentes al de puesta a tierra.

a) Sistemas de tubería metálica para agua. Los sistemas subterráneos de tubería metálica para agua fría, pueden usarse como electrodos de puesta a tierra.

NOTA: Estos sistemas normalmente tienen muy baja resistencia a tierra. Se recomienda su uso cuando estén fácilmente accesibles.

Las tuberías de agua con uniones aislantes no son adecuadas para usarse como electrodos de puesta a tierra.

b) **Sistemas locales de tuberías de agua.** Las tuberías metálicas enterradas, conectadas a pozos y que tengan baja resistencia a tierra, pueden usarse como electrodos de puesta a tierra.

c) **Varillas de refuerzo de acero en cimientos o bases de concreto.** El sistema de varillas de refuerzo de un cimiento o base de concreto, que no esté aislado del contacto directo con la tierra y se extienda cuando menos 1 m abajo del nivel del terreno, constituye un efectivo y aceptable electrodo de puesta a tierra.

Cuando la estructura de acero (como columna, torre, poste) soportada sobre dicho cimiento o base, se use como un conductor de puesta a tierra, debe ser conectada a las varillas de refuerzo por medio de la unión de éstas con los tornillos de anclaje, o por medio de cable que una directamente a las varillas de refuerzo con la estructura arriba del concreto.

Los amarres de acero comúnmente usados, se considera que proveen una adecuada unión entre las varillas del armado de refuerzo.

NOTA: Cuando las varillas de refuerzo no están conectadas adecuadamente a una estructura arriba del concreto, y ésta queda sometida a corrientes eléctricas de descarga a tierra (aun conectada a otro electrodo que no sean las varillas), hay posibilidad de daño al concreto interpuesto, debido a la corriente eléctrica que busca camino hacia tierra a través del concreto, que es mal conductor.

921 -1 5. Medios de conexión a electrodos. Hasta donde sea posible, las interconexiones a los electrodos deben ser accesibles. Los medios para hacer estas conexiones deben proveer la adecuada sujeción mecánica, permanencia y capacidad de conducción de corriente, tal como los siguientes:

a) Una abrazadera, accesorio o soldadura permanentes y efectivos.

b) Un conectador de bronce con rosca, que penetre bien ajustado en el electrodo.

c) Para construcciones con estructura de acero, en las que se empleen como electrodo las varillas de refuerzo embebidas en concreto (del cimiento), debe usarse una varilla de acero similar, para unirla, mediante soldadura a otra provista de un tornillo de conexión. El tornillo debe ser conectado sólida y permanentemente a la placa de asiento de la columna de acero soportada en el concreto. El sistema eléctrico puede conectarse entonces, para su puesta a tierra, a la estructura del edificio, usando soldadura o un tornillo de bronce que se sujetó en algún elemento de la misma estructura.

d) Para construcciones con estructuras de concreto armado, en las que se emplee un electrodo consistente en varillas de refuerzo o alambre embebidos en concreto (del cimiento), se debe usar un conductor de cobre desnudo de tamaño nominal adecuado para satisfacer el requisito indicado en 921-13, pero no-menor que 21,2 mm² (4 AWG) que se conecte a las varillas de refuerzo o al alambrón, mediante un conectador adecuado para cable de acero. El conectador y la parte expuesta del conductor de cobre se deben cubrir completamente con mastique o compuesto sellador, antes de que el concreto sea vaciado, para minimizar la posibilidad de corrosión galvánica. El conductor de cobre debe sacarse por arriba de la superficie del concreto en el punto requerido por la conexión con el sistema eléctrico. Otra alternativa es sacar al conductor por el fondo de la excavación y llevarlo por fuera del concreto para la conexión superficial, en este caso el conductor de cobre desnudo debe ser de tamaño nominal no-menor que 33,6 mm² (2 AWG).

921 -1 9. Conexión a tierra de partes metálicas de transformadores. Aplicar lo indicado en 450-10 y lo correspondiente al tipo de instalación.

921 -21. Cables mensajeros y retenidas

a) **Cables mensajeros.** Los cables mensajeros que requieran estar conectados a tierra deben conectarse a los conductores de puesta a tierra en los postes o en las torres, a los intervalos máximos indicados a continuación:

1) Cuando el cable mensajero sea adecuado para utilizarse como conductor de puesta a tierra del sistema (véase 921-10), una conexión como mínimo, en cada 400 m de línea, independientemente del sistema de tierras del servicio de los usuarios.

2) Cuando el cable mensajero no sea adecuado para utilizarse como conductor de puesta a tierra del sistema, una conexión como mínimo, en cada 200 m de línea, independientemente del sistema de tierras del servicio de los usuarios.

b) **Retenidas.** Las retenidas que requieran estar puestas a tierra deben conectarse a:

1) Estructuras de acero puestas a tierra, o a una conexión efectiva de puesta a tierra en postes de madera o concreto.

2) Un conductor de línea (neutro) que tenga cuando menos una conexión de puesta a tierra como mínimo en cada 400 m, además de las conexiones de puesta a tierra en los servicios a usuarios.

921 -22. Electrodos artificiales

a) **General.** Cuando se usen electrodos artificiales, éstos deben penetrar, tanto como sea posible, dentro del nivel de humedad permanente.

Los electrodos deben ser de un metal o aleación que no se corrao excesivamente.

Toda la superficie externa de los electrodos debe ser conductora, bajo las condiciones existentes y durante la vida útil de los mismos, esto es, que no tenga pintura, esmalte u otra cubierta aislante.

C. Líneas subterráneas

921 -23. Punto de conexión del conductor de puesta a tierra en sistemas de c.a.

a) **Hasta 600 V.** La conexión de puesta a tierra de un sistema trifásico conexión estrella de cuatro hilos, o de un sistema monofásico de tres hilos, que requiera estar conectado a tierra. El conductor neutro debe ser puesto a tierra eficazmente en cada registro, equipo de transformación y acometida. En otros sistemas de una, dos o tres fases, asociados con circuitos de alumbrado, la conexión de puesta a tierra debe hacerse al conductor común asociado con los circuitos de alumbrado.

La conexión de puesta a tierra de un sistema trifásico de tres hilos, derivado de un transformador conectado en delta, o conectado en estrella sin conexión de puesta a tierra, el cual no sea para alimentar circuitos de alumbrado, puede hacerse a cualquiera de los conductores del circuito o bien a un neutro derivado en forma separada.

La conexión de puesta a tierra debe hacerse en la fuente de alimentación y en el lado de la carga de todo equipo de servicio.

b) Más de 600 V

1) **Conductor sin pantalla (ya sea desnudo, forrado o aislado sin pantalla).** El conductor neutro debe ser eficazmente puesto a tierra en el transformador y en cada una de las acometidas.

2) Cable con pantalla

a. **Conexión de la pantalla del cable con la puesta a tierra de apartarrayos.** Las pantallas de los cables deben unirse con el sistema de tierras de apartarrayos.

b. **Cable sin cubierta exterior aislante.** La conexión debe hacerse al neutro del transformador de alimentación y en las terminales del cable.

c. **Cable con cubierta exterior aislante.** Se recomienda hacer conexiones adicionales entre la pantalla sobre el aislamiento del cable (o armadura) y la tierra del sistema. En líneas de cable con pantalla de múltiples conexiones a tierra, la pantalla (incluyendo armadura) debe conectarse a tierra en cada unión del cable expuesta al contacto del personal.

NOTA: Debe preverse que al estar puestas a tierra en más de un punto, la corriente circulante por pantalla provoca un calentamiento adicional.

c) **Conductor de puesta a tierra separado.** Si se usa un conductor de puesta a tierra separado adicional a una línea subterránea, debe conectarse en el transformador de alimentación y en los accesorios del cable cuando se requiera que éstos vayan conectados a tierra. Este conductor debe estar colocado en la misma trinchera o banco de ductos (o en el mismo ducto si éste es de material magnético) que los conductores del circuito.

Excepción: El conductor de puesta a tierra para un circuito instalado en un ducto magnético puede estar en otro ducto si el que contiene al circuito está unido a dicho conductor en ambos extremos.

921 -24. Sistemas subterráneos

a) Los conductores de puesta a tierra usados para conectarse a los electrodos y que se coloquen directamente enterrados, deben ser tendidos flojos o tener suficiente resistencia mecánica para evitar que se rompan por movimientos de la tierra o asentamientos normales del terreno.

b) Los empalmes y derivaciones sin aislamiento de conductores de puesta a tierra directamente enterrados, deben ser hechos con soldadura o con dispositivos de compresión, para minimizar la posibilidad de aflojamiento o corrosión. Se debe reducir al mínimo el número de estos empalmes o derivaciones.

c) Las pantallas sobre aislamiento de cables conectadas a tierra, deben unirse con todo aquel equipo eléctrico accesible conectado a tierra en los registros, pozos o bóvedas.

Excepción: Esta conexión puede omitirse cuando exista protección catódica.

d) Debe evitarse que elementos magnéticos, tales como acero estructural, tubo, varillas de refuerzo, no queden interpuestos entre el conductor de puesta a tierra y los conductores de fase del circuito.

e) Los metales utilizados para fines de puesta a tierra, que estén en contacto directo con la tierra, concreto o mampostería, deben estar aprobados para tal uso. Los metales de diferentes potenciales galvánicos, que se unan eléctricamente, pueden requerir de protección contra corrosión galvánica. El aluminio no está aprobado para este uso.

f) Cuando las pantallas o armaduras sobre el aislamiento de cables, conectadas a tierra, se conecten para minimizar las corrientes eléctricas circulantes en la pantalla, deben aislarse donde estén accesibles al contacto del personal.

g) Las conexiones de transposición y los puentes de unión deben tener aislamiento para 600 V, para tensiones mayores y el aislamiento debe ser adecuado para la tensión eléctrica a tierra existente.

h) Los puentes de unión y sus medios de conexión deben ser de tamaño y diseño para soportar la corriente eléctrica de falla, sin dañarse el aislamiento de los puentes o las conexiones de la pantalla.

D. Subestaciones

921 -25. Características del sistema de tierra. Las características de los sistemas de tierra deben cumplir con lo aplicable del Artículo 250.

NOTA: Para definir un método adecuado para calcular el sistema de puesta a tierra, como el cálculo para sistemas de tierras en plantas y subestaciones, véase el Apéndice B1 (NRF-01 1-CFE-2002).

a) Disposición física. El cable que forme el perímetro exterior del sistema, debe ser continuo de manera que encierre el área en que se encuentra el equipo de la subestación.

En subestaciones tipo pedestal, de conexión estrella-estrella, se requiere que el sistema de tierra quede confinado dentro del área que proyecta el equipo sobre el suelo.

La resistencia del sistema a tierra total debe cumplir con los valores indicados en el inciso (b) de esta Sección.

b) Resistencia a tierra del sistema. La resistencia eléctrica total del sistema de tierra incluyendo todos los elementos que lo forman, deben conservarse en un valor menor que lo indicado en la tabla siguiente:

Resistencia (Ω)	Tensión eléctrica máxima (kV)	Capacidad máxima del transformador (kVA)
5	mayor que 34,5	mayor que 250
10	34,5	mayor que 250
25	34,5	250

Deben efectuarse pruebas periódicamente durante la operación en los registros para comprobar que los valores del sistema de tierra se ajustan a los valores de diseño; asimismo, para comprobar que se conservan las condiciones originales, a través del tiempo y de preferencia en época de estiaje.

c) Sistemas con transformador. Cuando se requiera de un transformador para obtener la referencia a tierra aplicar lo indicado en 450-5.

921 -26. Puesta a tierra de cercas metálicas. Las cercas metálicas pueden ocupar una posición sobre la periferia del sistema de tierra. Debido a que los gradientes de potencial son más altos, se deben tomar las medidas siguientes:

- a) Si la cerca se coloca dentro de la zona correspondiente a la malla, debe ser puesta a tierra.
- b) Si la cerca se encuentra fuera de la zona correspondiente a la malla debe colocarse por lo menos a 2 m del límite de la malla.

921 -27. Puesta a tierra de rieles y tubos para agua y gas

a) Rieles. Los rieles de escape (espuelas) de ferrocarril que entren a una subestación no deben conectarse al sistema de tierra de la subestación. Deben aislarse uno o más pares de juntas de los rieles donde éstos salen del área de la red de tierra.

b) Tubos para agua y gas. Los tubos metálicos para agua, gas y las cubiertas metálicas de cables que estén enterrados dentro del área de la subestación deben conectarse al sistema de tierra, en varios puntos.

NOTA: Primero se debe instalar el sistema de tierras de acuerdo a su valor óptimo para la instalación eléctrica y después conectar los tubos para gas al sistema.

921 -28. Puesta a tierra de partes no conductoras de corriente eléctrica

a) Las partes metálicas expuestas que no conducen corriente eléctrica, y las defensas metálicas del equipo eléctrico, deben conectarse a tierra.

b) Con excepción de equipo instalado en lugares húmedos o áreas peligrosas, las partes metálicas que no conducen corriente eléctrica, pueden no conectarse a tierra, siempre que sean inaccesibles o que se protejan por medio de resguardos.

Esta última protección debe impedir que se puedan tocar inadvertidamente las partes metálicas mencionadas y simultáneamente algún otro objeto puesto a tierra.

c) Las estructuras de acero de la subestación deben ser puestas a tierra.

921 -29. Conexión de puesta a tierra de cercas metálicas. Toda cerca metálica que se cruce con líneas suministradoras en áreas no urbanizadas, debe conectarse a tierra, a uno y otro lado del cruce, a una distancia sobre el eje de la cerca y no mayor que 45 m. En caso de existir una o más puertas o cualquier otra condición que interrumpa la continuidad de la cerca, ésta debe estar puesta a tierra en el extremo más cercano al cruce con la línea.

Esta conexión de puesta a tierra debe efectuarse uniendo todos los elementos metálicos de la cerca.

921-31. Método de puesta a tierra para teléfonos y otros aparatos de comunicación en circuitos expuestos al contacto con líneas de suministro eléctricos y a descargas atmosféricas. Los protectores y, las partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica expuestas, ubicadas en las centrales telefónicas o en instalaciones exteriores, deben conectarse a tierra en la forma siguiente:

a) **Electrodo.** El conductor de puesta a tierra debe conectarse a un electrodo, como los descritos en 921-14, 921-22 y 250 Parte H, o hacer esta conexión a la cubierta metálica del equipo del servicio eléctrico o al conductor del electrodo de puesta a tierra, cuando el conductor neutro del servicio eléctrico esté conectado a un electrodo de puesta a tierra en el edificio.

b) **Conexión de los equipos al electrodo.** El conductor de puesta a tierra de los teléfonos y otros aparatos expuestos a contacto con líneas de suministro eléctrico y a descargas atmosféricas, debe ser de cobre, de tamaño mínimo de 2,08 mm² (14 AWG) o de cualquier otro material de capacidad de conducción de corriente equivalente, que no sufra corrosión bajo las condiciones de uso. La conexión de este conductor al electrodo de puesta a tierra debe hacerse por medio de un conector o con soldadura exotérmica.

c) **Unión de electrodos.** Cuando se usen electrodos separados en la misma edificación, se deben interconectar el electrodo del equipo de comunicación y el electrodo de neutro del sistema eléctrico, con un conductor de tamaño nominal no-menor que 13,3 mm² (6 AWG) de cobre, u otro material de capacidad de conducción de corriente equivalente.

ARTICULO 930-ALUMBRADO PUBLICO

A. Disposiciones generales

930-1. Objetivo y campo de aplicación. El objetivo de este Artículo es establecer las disposiciones para proporcionar una visión rápida, precisa y confortable durante las horas de la noche en vialidades y zonas públicas. Estas cualidades de visión pueden salvaguardar la seguridad de las personas y sus bienes, facilitando y fomentando el tráfico vehicular y peatonal.

NOTA: El cumplimiento de este Artículo no exime ninguna responsabilidad en cuanto a la observancia de lo dispuesto en otras Normas Oficiales Mexicanas.

930-2. Definiciones

Alumbrado Público. Sistema de iluminación de lugares o zonas públicas, con tránsito vehicular y peatonal, normalmente en exteriores, que proporciona una visión confortable durante la noche o en zonas oscuras.

Coeficiente de Utilización: es la relación entre el flujo luminoso emitido por el luminario que incide sobre el plano de trabajo y el flujo luminoso que emite(n) la(s) lámpara(s) solas del luminario.

Coeficiente de Utilización: Un coeficiente de utilización es derivado de la curva de utilización y es el porcentaje del lumens emitidos por la lámpara que inciden en uno o dos áreas de longitud infinita, una que se extiende al frente del luminario (lado calle) y la otra atrás del luminario (lado casa) cuando el luminario está nivelado y orientado sobre la vialidad en una manera equivalente en la cual fue probado. Ya que el ancho de la vialidad está expresado en términos de una relación de altura de montaje del luminario al ancho de la calle, este término no tiene unidades (unidimensional).

Confort visual. Grado de satisfacción visual producido por el entorno luminoso.

Deslumbramiento. Condición de visión en la cual existe incomodidad o disminución en la capacidad para distinguir objetos, debido a una inadecuada distribución o escalonamiento de luminancias, o como consecuencia de contrastes excesivos en el espacio o en el tiempo.

Iluminancia ($E=d\Phi/dA$). Es la relación del flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área, la unidad de medida es el lux (lx).

Luminancia (L). La luminancia en un punto de una superficie y en una dirección dada, se define como la intensidad luminosa de un elemento de esa superficie, dividida por el área de la proyección ortogonal de este elemento sobre un plano perpendicular a la dirección considerada. La unidad de medida es la candela por metro cuadrado (cd/m^2).

930-3. Clasificación del alumbrado público. El nivel de iluminancia o la luminancia requeridas en una vialidad, se debe seleccionar de acuerdo a la clasificación en cuanto a su uso y tipo de zona en la cual se encuentra localizada:

a) Autopistas. Vialidades con alto tránsito vehicular de alta velocidad con control total de acceso y sin cruces al mismo nivel.

b) Carreteras. Vialidades que interconectan dos poblaciones con cruces al mismo nivel.

c) Vías principales y ejes viales. Vialidades que sirven como red principal para el tránsito de paso; conecta áreas de generación de tráfico y vialidad importante de acceso a la ciudad. Generalmente tiene alto tránsito peatonal y vehicular nocturno y puede tener circulación vehicular en contra flujo. Típicamente no cuenta con pasos peatonales.

d) Vías colectoras o primarias. Son vialidades que sirven para conectar el tránsito entre las vías principales y las secundarias.

e) Vías secundarias. Vialidades usadas fundamentalmente para acceso directo a zonas residenciales, comerciales e industriales, se clasifican a su vez en:

TIPO A-Vía de tipo residencial con alto tránsito peatonal nocturno, tránsito vehicular de moderado a alto, y con moderada existencia de comercios.

TIPO B-Vía de tipo residencial con moderado tránsito peatonal nocturno, tránsito vehicular de bajo a moderado y con moderada existencia de comercios.

TIPO C-Vía de acceso industrial que se caracteriza por bajo tránsito peatonal nocturno, moderado tránsito vehicular y baja actividad comercial.

f) Túneles. Para la clasificación de la estructura de los túneles, se deben tener en cuenta sus características dimensionales y su alineación geométrica.

1) **Túnel Corto.** Es el túnel recto cuya longitud total de un extremo a otro, a lo largo de su eje central, es igual o menor que la distancia mínima de seguridad de frenado. Un túnel corto puede tener hasta 25 m de largo, sin que necesite alumbrado durante el día, siempre que sea recto o el tráfico no sea muy intenso.

2) **Túnel Largo.** Es el túnel cuya longitud total es mayor que la distancia mínima de seguridad de frenado, o bien, aquel que por su alineación o curvatura impida observar al conductor la salida del mismo. En los túneles largos necesariamente existen zonas de umbral, transición, interior, nuevamente transición y umbral.

3) **Túnel unidireccional.** Es aquella estructura que consiste en dos recintos separados, cada uno de los cuales está diseñado para el flujo de tráfico en una sola dirección. Este tipo de túnel puede ser de uno o varios carriles.

4) **Túnel bidireccional.** Es aquella estructura que consiste de un solo recinto común diseñado para el flujo de tráfico en ambas direcciones. En este tipo de túnel, el nivel de luminancia en la zona interior, debe ser mayor que la correspondiente del túnel unidireccional.

5) **Paso superior o paso inferior.** Una estructura es considerada paso superior o paso inferior, cuando la longitud del mismo no excede el ancho de la vialidad superior o inferior, respectivamente.

6) **Vía de acceso.** Es el área externa de la vialidad que conduce al túnel.

7) **Portal.** Es el plano de entrada al interior del túnel.

8) **Zona de entrada o umbral.** Es la zona interior inicial del túnel donde se realiza la transición de un alto nivel de iluminación natural hasta el inicio de las zonas de transición y es igual que la distancia mínima de seguridad de frenado menos 15 m. La luminancia del túnel en esta zona durante el día debe ser relativamente alta con el fin de proporcionar visibilidad durante el proceso de adaptación del ojo, conforme el conductor se interne en el túnel.

9) **Zona de transición.** Es la zona después de la de umbral que permite al conductor la apropiada adaptación de la visión y debe disminuir gradualmente hasta la zona interior. La longitud de esta zona es igual que la distancia mínima de frenado.

10) **Zona interior.** Es la zona dentro del túnel que le sigue a la zona de transición, donde se completa la adaptación del ojo. El nivel de luminancia en esta zona debe mantenerse constante.

g) Los estacionamientos se clasifican:

1) Por su construcción

- a. Abiertos.
- b. Cerrados.

2) Por su actividad. Estos niveles reflejan la actividad vehicular y peatonal, normalmente identificados por los siguientes ejemplos:

- a. Alta

Eventos deportivos de importancia.

Eventos cívicos y culturales de relevancia.

Centros comerciales regionales.

Restaurantes.

- b. Media

Centros comerciales locales.

Eventos cívicos, culturales o recreacionales.

Áreas de oficinas.

Áreas de hospitales.

Áreas de terminales aéreas, terrestres y de trasbordo.

Complejos residenciales

- c. Baja
 Centros comerciales pequeños.
 Areas industriales.
 Areas escolares.
 Iglesias.
 Otras actividades.

B. Especificaciones de los sistemas de alumbrado

930-4. Disposiciones generales. Se permite que las autopistas y carreteras puedan estar o no iluminadas, sin embargo se deben iluminar los tipos restantes de clasificaciones de alumbrado público indicados en 930-3.

A excepción de pasos a desnivel peatonales, alumbrado de emergencia e instalaciones temporales, no se permite el uso de lámparas incandescentes, fluorescentes, tungsteno-halógeno, vapor de mercurio y luz mixta para el alumbrado público.

930-5. Especificaciones auxiliares

a) Reflectancia del pavimento. Se deben considerar las características de reflectancia del pavimento para el cálculo de luminancia de una vialidad, las cuales son mostradas en la Tabla 930-5(a).

TABLA 930-5(a).- Características de reflectancia del pavimento

Clase	Qo	Descripción	Tipo de reflectancia
R ₁	0,10	Superficie de concreto, cemento portland, superficie de asfalto difuso con un mínimo de 15% de agregados brillantes artificiales.	Casi difuso
R ₂	0,07	Superficie de asfalto con un agregado compuesto de un mínimo de 60% de grava de tamaño mayor que 10 mm. Superficie de asfalto con 10 a 15% de abrillantador artificial en la mezcla agregada.	Difuso especular
R ₃	0,07	Superficie de asfalto regular y con recubrimiento sellado, con agregados oscuros tal como roca o roca volcánica, textura rugosa después de algunos meses de uso (Típico de autopistas).	Ligeramente especular
R ₄	0,08	Superficie de asfalto con textura muy tersa.	Muy especular

NOTA: Qo representa el coeficiente de luminancia media.

b) Distancia mínima de seguridad de frenado. En un túnel la distancia mínima de seguridad de frenado es aquella requerida para que un conductor pueda detener su vehículo con seguridad, a fin de no impactarse con objetos que se encuentren dentro del túnel. Dicha distancia varía de acuerdo a la velocidad de circulación permitida la cual se indica en la Tabla 930-5(b).

TABLA 930-5(b).- Distancia mínima de seguridad de frenado

Velocidad del Tráfico km/h	Distancia mínima de seguridad de frenado (m)
50	80
65	90
80	140
90	165
95	200
105	220

930-6. Niveles de luminancia e iluminancia. Se permite que las necesidades visuales a lo largo de las vialidades tipo autopistas, carreteras, vías principales, primarias y secundarias, puedan darse en términos de la iluminancia o de la luminancia.

La relación entre los valores de luminancia e iluminancia se derivan de condiciones generales para pavimentos secos y vialidades rectas. Esta relación no se aplica a los promedios.

Para autopistas con doble carril por sentido de circulación, donde el sistema de iluminación pueda diferir entre uno y otro, los cálculos deben realizarse para cada sentido en forma independiente.

Para autopistas, los valores mínimos se aplican tanto a la vialidad como a las rampas de acceso.

a) Niveles de luminancia

1) **Vialidades.** Las necesidades visuales del entorno a lo largo de una vialidad en función de la luminancia deben ser los descritos en la Tabla 930-6(a) que se muestra a continuación.

TABLA 930-6(a).- Valores mantenidos de luminancia

Clasificación de vialidades	Luminancia promedio mínima	Uniformidad de luminancia		Relación de luminancia de deslumbramiento L_d/L_{prom}
	L_{prom} (cd/m ²)	$L_{prom}/L_{mín}$	L_{max}/L_{min}	
Autopistas y carreteras	0,4	3,5 a 1	6 a 1	0,3 a 1
Vías de acceso controlado y Vías rápidas	1,0	3 a 1	5 a 1	0,3 a 1
Vías principales y ejes viales	1,2	3 a 1	5 a 1	0,3 a 1
Vías primarias o colectoras	0,8	3 a 1	5 a 1	0,4 a 1
Vía secundaria residencial Tipo A	0,6	6 a 1	10 a 1	0,4 a 1
Vía secundaria residencial Tipo B	0,5	6 a 1	10 a 1	0,4 a 1
Vía secundaria industrial Tipo C	0,3	6 a 1	10 a 1	0,4 a 1

L_d = Luminancia de deslumbramiento.

2) **Túneles.** Las Tablas 930-6(b) indican la forma para determinar los niveles de luminancia que deben mantenerse en túneles.

El nivel de luminancia en la zona de entrada o umbral del túnel para iluminación diurna o nocturna, debe determinarse teniendo en cuenta las condiciones indicadas en la Tabla 930-6(b)-1y 2 y en la Figura 930-6(b)-1.

TABLA 930-6(b)-1.- Nivel de luminancia de la zona de de pavimento, entrada promedio mínimo mantenido en la zona de de pavimento, entrada o umbral de túneles vehiculares (cd/m²)

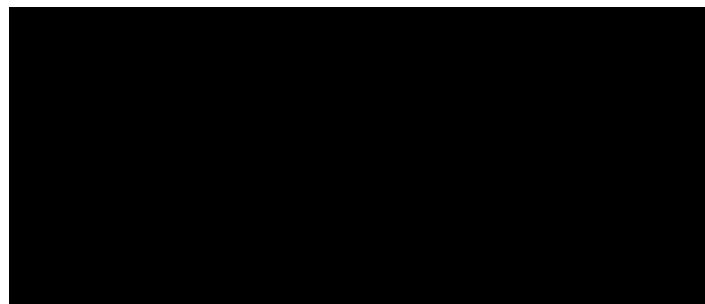
Características del túnel	Velocidad del tráfico (km/h)	Orientación		
		Norte	Este-Oeste	Sur
Vialidad abierta				
escena tipo 1	100	300	410	550
escena tipo 2 LTH x 0,8*	80	250	350	470
escena tipo 3 LTH x 0,9*	60	260	240	255
túnel urbano	100	260	240	255
rampa T	80	220	220	220
escenas tipo 4, 5 y 6	60	195	210	180
túnel de montaña	100	240	260	270
escena tipo 7	80	200	220	230
escena tipo 8	80	180	190	200

Observaciones:

1. LTH = Luminancia de umbral o de entrada.
2. Los valores mostrados en esta tabla deben observarse únicamente para la luminancia en la zona de entrada o umbral.
3. * estos factores representan la reducción permitida en los valores de la luminancia LTH debido a la luminancia resultante de la configuración del portal. Las diferentes escenas se indican en la Figura 930-6(b)-1

TABLA 930-6(b)-2.- Porcentajes de aplicación de los valores indicados en la Tabla 930-6(b)-1

			Salida visible				Salida no visible			
			Penetración de luz de día				Penetración de luz de día			
			Buena		Pobre		Buena		Pobre	
			Reflectancia de las paredes				Reflectancia de las paredes			
Longitud del túnel	Volumen de tráfico	Ciclistas	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja
Menos de 25 m	Ligero	No	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
		Si	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	Pesado	No	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
		Si	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
25 m-100 m	Ligero	No	0 %	0 %	50 %	50 %	0 %	0 %	0 %	0 %
		Si	0 %	0 %	50 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	Pesado	No	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %	100 %	100 %
		Si	50 %	50 %	50 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
101 m-250 m	Ligero	No	50 %	50 %	50 %	50 %	100 %	100 %	100 %	100 %
		Si	50 %	50 %	50 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
	Pesado	No	50 %	50 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
		Si	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Más de 250 m	Ligero	No	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
		Si	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
	Pesado	No	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
		Si	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %



Los niveles de luminancia en el interior del túnel para condiciones de luz diurna, debe cumplir con lo establecido en la Tabla 930-6(b)(3).

TABLA 930-6(b)-3.- Nivel de luminancia promedio mínimo mantenido sobre la vialidad en la zona interior durante el día (cd/m²)

Distancia de frenado	Luminancia promedio en la superficie de la tránsito en número de vehículos		zona interior
	BAJO Menos de 2 400 promedio anual de tráfico diario	MEDIO Más de 2 400 y menos de 24 000 promedio anual de tráfico diario	PESADO Más de 24 000 promedio anual de tráfico diario
	160 m 100 m 60 m	6 cd/m ² 4 cd/m ² 3 cd/m ²	8 cd/m ² 6 cd/m ² 4 cd/m ²
			10 cd/m ² 8 cd/m ² 6 cd/m ²

Para la Iluminación nocturna en el interior del túnel los niveles de luminancia a lo largo del túnel durante la noche debe ser como mínimo de 2,5 cd/m². las vitalidades de entrada y salida del túnel deberán tener un nivel de luminancia no menor que 1/3 del nivel del interior del túnel al menos por una distancia mínima a la de seguridad de frenado.

Las paredes laterales del túnel arriba de 3 m por encima de la superficie de rodamiento del mismo, deberá tener un nivel mínimo de luminancia de 1/3 con respecto al existente en la vialidad.

Relaciones de uniformidad. Las tolerancias de la relación de uniformidad relativa a los niveles de luminancia en las diferentes zonas del túnel debe ser de 2 a 1, promedio a mínimo, y 3,5 a 1, máximo a mínimo. Estas tolerancias se aplican a los carriles en una sola dirección y se calculan en una sección transversal para túneles bidireccionales.

b) Niveles de iluminancia. Los niveles de iluminancia deben satisfacer los requerimientos indicados en las Tablas 930-6(c) a la 930-6(f), según aplique.

La Tabla 930-6(c) muestra los valores de iluminancia en función de las características de reflectancia del pavimento.

TABLA 930-6(c).- Valores mínimos mantenidos de iluminancia promedio (Ix)

Clasificación de vialidades	Clasificación del pavimento			Uniformidad de la iluminancia $E_{\text{prom}}/E_{\text{min}}$	Andadores	
	R ₁	R ₂ y R ₃	R ₄		Iluminancia promedio horizontal mínima	Iluminancia vertical promedio para seguridad
Autopistas y carreteras	4	6	5	3 a 1	---	---
Vías de acceso controlado y vías rápidas	10	14	13	3 a 1		
Vías principales y ejes viales	12	17	15	3 a 1	10	22
Vías primarias y colectoras	8	12	10	4 a 1		
Vías secundaria residencial Tipo A	6	9	8	6 a 1		
Vías secundaria residencial Tipo B	5	7	6	6 a 1	10	22
Vías secundaria industrial Tipo C	3	4	4	6 a 1	6	11
Andadores alejados de vialidades	---	---	---	---	5	5
Túneles de peatones	---	---	---	---	43	54

(1) Medido a una altura de 1,6 m.

TABLA 930-6(d).- Valores mínimos de iluminancia promedio mantenida con superpostes

Clasificación de vialidades	Iluminancia horizontal E_{prom} (lx)
Autopistas y carreteras	6
Vías de acceso controlado y vías rápidas	14
Vías principales y ejes viales	17
Vías primarias o colectoras	12

Observaciones:

1. Uniformidad mínima de iluminancia 6 a 1 (promedio a mínimo), para todas las clasificaciones de vialidades a los niveles de iluminancia recomendados anteriormente.

Estos valores de diseño se aplican solamente a la porción de rodamiento de vialidades. Los intercambios (distribuidores) se analizan individualmente con el propósito de establecer los niveles de iluminancia y uniformidad.

TABLA 930-6(e).- Valores mínimos de iluminancia promedio mantenida para estacionamientos abiertos

Nivel de actividad	Área general de estacionamiento y peatonal	
	Mínimo sobre el pavimento Lx	Uniformidad $E_{\text{prom}}/E_{\text{mín}}$
Alta	10,0	4 a 1
Media	6,0	4 a 1
Baja	2,0	4 a 1

TABLA 930-6(f).- Valores mantenidos mínimos de iluminancia para estacionamientos cerrados

Turno	Área general de estacionamiento y peatonal Lx	Rampas y esquinas Ix	Accesos Ix	Escaleras Rango de iluminancias Ix
Diurno	54,0	110,0	540,0	100-150-200
Nocturno	54,0	54,0	54,0	100-150-200

NOTAS:

1. Aplicable para cualquier nivel de actividad.

La relación mínima de iluminancia en todos los casos es 4 a 1

($E_{\text{prom}}/E_{\text{mín}}$) A. Especificaciones de los componentes

930-7. Luminarios. Los luminarios a instalarse deben estar aprobados (véase 110-2) y cumplir con los siguientes incisos:

a) **Luminarios.** Todo luminario empleado en alumbrado público debe estar aprobado y construido y diseñado específicamente para los requerimientos y necesidades propias del alumbrado público, y deben ser adecuados para lugares húmedos, mojados o a la intemperie dependiendo del lugar donde se instalen.

b) **Coeficientes de utilización.** Los luminarios para el alumbrado de vialidades deben cumplir con los coeficientes de utilización para los que fueron aprobados (véase 110-2).

930-8. Balastros. Los balastros a emplear en las instalaciones de Alumbrado Público deben estar aprobados (véase 110-2), deben ser de bajas pérdidas, electromagnéticos o electrónicos para lámparas de vapor de sodio en alta presión o aditivos metálicos y adicionalmente deben:

- a) Factor de potencia mayor que 90%.

b) La corriente eléctrica de arranque de línea debe ser menor o igual que la nominal de línea medida, a menos que se cuente con las protecciones especificadas.

c) La tensión eléctrica nominal de operación de los balastros debe ser la especificada en su aprobación (véase 110-2).

d) Operar satisfactoriamente para variaciones de $\pm 10\%$ de la tensión eléctrica nominal de alimentación, en cuanto a los límites establecidos por los trapezoides correspondientes para vapor de sodio en alta presión.

e) Operar satisfactoriamente para variaciones $\pm 10\%$ de la tensión eléctrica nominal de alimentación para lámparas de aditivos metálicos.

930-9. Fotocontroladores. El uso de fotocontroladores en los sistemas de alumbrado público es obligatorio para vialidades tipo autopistas y carreteras, vías principales, primarias y secundarias. Los fotocontroladores deben ser de un tipo aprobado (véase 110-2). Los fotocontroladores se pueden sustituir por un dispositivo electrónico de control tipo encendido-apagado aprobado.

930-10. Cables de alimentación. Los conductores a instalar deben estar aprobados. Las instalaciones para el alumbrado público se deben realizar de acuerdo con lo descrito en esta norma.

930-11. Aislamientos. Los aislamientos a emplear en las instalaciones de alumbrado público deben ser los previstos en esta norma.

930-12. Canalizaciones

a) **Canalizaciones aprobadas.** Las canalizaciones empleadas en alumbrado público deben estar aprobadas (véase 110-2).

b) **Otros requerimientos.** Cuando se instalen cables en canalizaciones, estas deben cumplir con los requerimientos aplicables de los Artículos 922, 923, 331, 345 a 351 y los requisitos aplicables correspondientes del Artículo 370.

930-1 3. Soportes del luminario. Cuando un luminario se instala en ambientes húmedos o mojados o a la intemperie, los soportes metálicos del luminario, como postes, ménsulas, abrazaderas, tornillos, u otros elementos similares, deben ser de metal inherentemente resistente a la corrosión y cumplir con lo siguiente:

a) **Ménsulas o brazos, y abrazaderas.** Cuando se utilicen, ménsulas, abrazaderas o elementos similares, deben ser de acero con algún recubrimiento resistente a la corrosión, o material inherentemente resistente a la corrosión.

b) **Postes.** Cuando se utilicen postes para el Alumbrado Público, deben cumplir con las disposiciones aplicables de los Artículos 922 y 410.

c) **Tornillería.** La tornillería empleada para la sujeción de luminarios, debe tener la resistencia mecánica para soportar el peso del luminario y sus soportes y tener un recubrimiento para resistir la corrosión que se pudiera presentar en el lugar.

930-1 4. Portalámparas. Los portalámparas deben estar aprobados (véase 110-2).

930-15. Protecciones. Las protecciones a emplear en las instalaciones de alumbrado público son las previstas en esta norma según lo establecido en el Artículo 240.

B. Métodos de alambrado

930-16. Métodos de alambrado. Las instalaciones para el alumbrado público se deben realizar de acuerdo con lo descrito a continuación:

a) Disposiciones generales

1) Los conductores de alimentación deben ser continuos, sin empalmes ni derivaciones de la acometida al luminario.

2) Cuando se presente la necesidad de hacer un empalme o una derivación, éstos deben quedar alojados en un registro.

3) Se deben asegurar los empalmes entre los cables del luminario y los de alimentación tanto eléctrica como mecánicamente, y el material usado para aislarlos, debe tener una clase térmica al menos igual que la de los cables para la alimentación del luminario.

4) Cuando los conductores de alimentación pasen a través de un orificio debe estar libre de rebabas o filos cortantes.

5) Se debe limpiar el interior de toda canalización, para evitar que queden desperdicios de materiales, que puedan dañar el forro de los conductores.

6) La alimentación al luminario debe realizarse con cable con aislamiento tipo THHW, o similar de tamaño nominal mínimo de 5,26 mm² (10 AWG), para 600 V, y con clase térmica del aislamiento de al menos 90°C, a menos que el marcado del luminario indique usar cables de mayores dimensiones y características.

b) Instalación en postes

1) Cuando un luminario esté instalado en postes de distribución de concreto, madera o metálicos deben mantener una distancia mínima de seguridad según lo especificado en esta norma entre el conductor de distribución más bajo y la parte superior del luminario o del soporte metálico de éste.

2) Cuando se usen postes metálicos para soportar luminarios y conductores de alimentación confinados, se deben cumplir las condiciones establecidas en 410-15(b).

3) El cable de alimentación para postes de distribución debe ir por el interior de la ménsula.

4) La instalación de bajadas y alimentación del control para el circuito de alumbrado público, se debe hacer en tubo (conduit) metálico.

c) Instalaciones subterráneas. Los requisitos generales para la aplicación de esta Sección están contenidos en el Artículo 923 y además deben cumplir con lo siguiente:

1) Las canalizaciones en banquetas, no se deben iniciar previa a la existencia de guarniciones, a menos que se instalen a una distancia mínima de 90 cm con respecto al paño exterior de la guarnición.

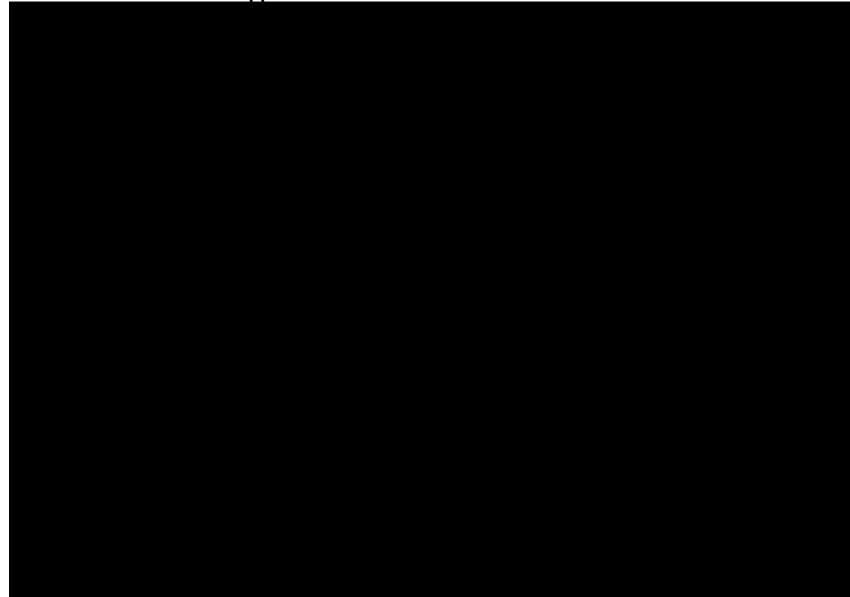
2) Cuando estén colocadas en los cruceros, se deben instalar antes de iniciar la construcción del pavimento.

3) Se deben construir de tal forma que por ningún motivo queden alojadas por debajo de cimentaciones de cualquier tipo, principalmente cuando éstas correspondan a equipo, maquinaria o edificaciones, ni donde haya vapores corrosivos o inflamables.

930-17. Método de protección y desconexión. El alumbrado público debe contar con medios de protección, conexión y desconexión, con el fin de aislar fallas eléctricas que causen daños al equipo, y para permitir las labores de mantenimiento y servicio de la instalación.

Para proteger, conectar y desconectar el equipo, se deben utilizar interruptores termomagnéticos de operación simultánea, de navajas con fusibles, interruptores automáticos, o dispositivos de similares características, como se ejemplifica en la Figura 930-17

f1



930-18. Puesta a tierra. La instalación de puesta a tierra del sistema de alumbrado, debe ajustarse a lo indicado en el Artículo 250 y conforme a lo dispuesto en 410-17 al 410-19.

La colocación del cable para el sistema de tierra debe ser de las características señaladas en 250-91 (b) y de tamaño nominal de acuerdo a lo indicado en 250-95. El cable de puesta a tierra debe ser continuo, sin empalmes y en su caso utilizando conectores aprobados.

La colocación de conexión del electrodo se debe hacer en el lugar y a la profundidad señalada. La conexión del cable al electrodo se debe realizar con abrazaderas o conectores adecuados, de acuerdo a lo indicado en 250-92(a).

930-1 9. Ubicación del luminario. La estructura del alumbrado público debe de cumplir con los siguientes requisitos:

a) **Separación de lugares accesibles.** Los luminarios para alumbrado de vialidades primarias y secundarias, deben tener una separación medida horizontalmente mayor que 1,5 m de ventanas, pórticos y otros lugares accesibles al público en general.

b) **Daño físico.** Cada luminario debe ubicarse de tal manera que no provoque o reciba daño físico de, o hacia vehículos o peatones.