

SEGUNDA SECCION

SECRETARIA DE ENERGIA

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (utilización).

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2005, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION), APROBADA EN LA CUARTA SESION ORDINARIA DEL COMITE CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS, CELEBRADA EL 8 DE NOVIEMBRE DE 2005.

La Secretaría de Energía, por conducto de la Dirección General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica y Recursos Nucleares, con fundamento en los artículos 33 fracción IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38, 46, 47 y 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 13 fracción XVI y 19 fracciones V y VI, del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, expide y publica la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (utilización), aprobada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, en su cuarta sesión ordinaria del día 8 de noviembre de 2005.

CONSIDERANDOS

Primero.- Que con fecha 27 de junio de 2005 el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas publicó en el Diario Oficial de la Federación, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-001-SEDE-2003, Instalaciones Eléctricas (utilización), a efecto de recibir comentarios de los interesados;

Segundo.- Que una vez transcurrido el término de 60 días a que se refiere el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, para recibir los comentarios que se mencionan en el considerando inmediato anterior, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas estudió dichos comentarios y elaboró las respuestas a los mismos;

Tercero.- Que con fecha 30 de noviembre de 2005, la Secretaría de Energía ordenó la publicación en el Diario Oficial de la Federación de las respuestas a los comentarios recibidos de los interesados;

Cuarto.- Que de lo expuesto en los considerandos anteriores se concluye que se ha dado cumplimiento al procedimiento que señalan los artículos 38, 44, 45, 46 y 47 y demás relativos a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;

Quinto.- Que en atención a la necesidad de contar con el instrumento normativo que regule las instalaciones eléctricas de utilización en forma permanente para salvaguardar la seguridad de los usuarios y sus pertenencias, se ha tenido a bien expedir la siguiente: Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (utilización).

PREFACIO

La presente Norma Oficial Mexicana fue elaborada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas (CCNNIE), con el apoyo de la Dirección General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica y Recursos Nucleares de la Secretaría de Energía y la coordinación de la Asociación de Normalización y Certificación, A.C. (ANCE), consultando trabajos, propuestas, comentarios y colaboraciones de las siguientes instituciones miembros del CCNNIE:

- Asociación de Ingenieros Universitarios Mecánicos Electricistas, AIUME
- Asociación Mexicana de Directores Responsables de Obra y Corresponsables, AMDROC
- Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción, AMERIC
- Asociación Mexicana de Ingenieros Mecánicos Electricistas, AMIME
- Cámara Nacional de Comercio, CANACO
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, CMIC
- Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas, CANAME
- Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas, A.C.
- Colegio Nacional de Ingenieros Químicos y Químicos, CONIQQ
- Comisión Federal de Electricidad, CFE

- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, CONAE
- Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos, CONCAMIN
- Federación de Colegios de Ingenieros Mecánicos y Electricistas de la República Mexicana, FECIME
- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica, FIDE
- Instituto de Investigaciones Eléctricas, IIE
- Instituto Politécnico Nacional, IPN
- Laboratorio de pruebas de Equipos y Materiales de la CFE, LAPEM
- Luz y Fuerza del Centro, LyFC
- Petróleos Mexicanos, PEMEX
- Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico, PAESE
- Secretaría de Economía, SE
- Secretaría de Gobernación, Dirección General de Protección Civil
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social, STPS
- Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 8 de noviembre de 2005.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, **Rubén Filemón Flores García**.- Rúbrica.

INDICE DEL CONTENIDO

Introducción

TITULO 1. Objetivo y campo de aplicación

TITULO 2. Referencias

TITULO 3. Principios fundamentales

TITULO 4. Especificaciones (capítulos 1 al 10 y Apéndice A)

TITULO 5. Lineamientos para la aplicación de las especificaciones en las instalaciones eléctricas (utilización)

TITULO 6. Cumplimiento

TITULO 7. Vigilancia

TITULO 8. Bibliografía

TITULO 9. Concordancia con normas internacionales

Transitorios

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2005, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION)

INTRODUCCION

La estructura de esta Norma Oficial Mexicana (en adelante NOM), responde a las necesidades técnicas que requiere la utilización de las instalaciones eléctricas en el ámbito nacional; se cuida el uso de vocablos y se respetan los términos habituales, para evitar confusiones en los conceptos. Asimismo se han ordenado los textos procurando claridad de expresión y unidad de estilo para una más específica comprensión. Lo que hará más fácilmente atendible sus disposiciones.

El Título 3 de esta norma establece los principios fundamentales, los cuales no están sujetos a modificaciones en función de desarrollos tecnológicos.

El Título 4 "Especificaciones", contiene los requisitos técnicos cuya observancia tienen por objeto asegurar la conformidad de las instalaciones eléctricas a los principios fundamentales del Título 3 de esta Norma Oficial Mexicana.

En el Título 5 "Lineamientos para la aplicación de las especificaciones de la NOM", se establece la metodología para la apropiada aplicación de las disposiciones establecidas y una guía general para su interpretación formal.

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Objetivo

1.1.1 El objetivo de esta NOM es establecer las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra:

- los choques eléctricos,
- los efectos térmicos,
- sobrecorrientes,
- las corrientes de falla y
- sobretensiones.

El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta norma garantiza el uso de la energía eléctrica en forma segura; asimismo esta norma no intenta ser una guía de diseño, ni un manual de instrucciones para personas no calificadas.

1.2 Campo de aplicación

1.2.1 Esta NOM cubre a las instalaciones destinadas para la utilización de la energía eléctrica en:

- a) Propiedades industriales, comerciales, residenciales y de vivienda, institucionales, cualquiera que sea su uso, públicas y privadas, y en cualquiera de los niveles de tensiones eléctricas de operación, incluyendo las utilizadas para el equipo eléctrico conectado por los usuarios. Instalaciones en edificios utilizados por las empresas suministradoras, tales como edificios de oficinas, almacenes, estacionamientos, talleres mecánicos y edificios para fines de recreación.
- b) Casas móviles, vehículos de recreo, construcciones flotantes, ferias, circos y exposiciones, estacionamientos, talleres de servicio automotor, estaciones de servicio, lugares de reunión, teatros, salas y estudios de cinematografía, hangares de aviación, clínicas y hospitales, construcciones agrícolas, marinas y muelles, entre otros.
- c) Sistemas de emergencia o reserva propiedad de los usuarios.
- d) Subestaciones, líneas aéreas de energía eléctrica y de comunicaciones e instalaciones subterráneas.
- e) Centrales eléctricas para Cogeneración o Autoabastecimiento.
- f) Cualesquiera otras instalaciones que tengan por finalidad el uso de la energía eléctrica, excepto lo indicado en 1.2.3.

1.2.2 Esta NOM cubre:

- a) Circuitos alimentados con una tensión nominal hasta 600 V de corriente alterna o 1 500 V de corriente continua, y algunas aplicaciones especificadas arriba de 600 V de corriente alterna o 1 500 V de corriente continua.
Para corriente alterna, la frecuencia tomada en cuenta en esta norma es 60 Hz. Sin embargo no se excluye el uso de otras frecuencias para aplicaciones especiales;
- b) Circuitos, que no sean los circuitos internos de aparatos, operando a una tensión superior a 600 V y que se derivan de una instalación con una tensión que no exceda de 600 V c.a., por ejemplo: los circuitos de lámparas a descarga, precipitadores electrostáticos;
- c) Todas las instalaciones del usuario situadas fuera de edificios;
- d) Alambrado fijo para telecomunicaciones, señalización, control y similares (excluyendo el alambrado interno de aparatos);
- e) Las ampliaciones o modificaciones a las instalaciones, así como a las partes de instalaciones existentes afectadas por estas ampliaciones o modificaciones.

Los equipos eléctricos sólo están considerados respecto a su selección y aplicación para la instalación correspondiente.

1.2.3 Esta NOM no se aplica en:

- a) Instalaciones eléctricas en barcos y embarcaciones.
- b) Instalaciones eléctricas para unidades de transporte público eléctrico, aeronaves o vehículos automotores.
- c) Instalaciones eléctricas del sistema de transporte público eléctrico en lo relativo a la generación, transformación, transmisión o distribución de energía eléctrica utilizada exclusivamente para la operación del equipo rodante o de señalización y comunicación.
- d) Instalaciones eléctricas en áreas subterráneas de minas, así como en la maquinaria móvil autopropulsada de minería superficial y el cable de alimentación de dicha maquinaria.
- e) Instalaciones de equipo de comunicaciones que esté bajo el control exclusivo de empresas de servicio público de comunicaciones donde se localice.

2. Referencias

Para la correcta utilización de esta Norma Oficial Mexicana, es necesario consultar los siguientes documentos, vigentes o los que los sustituyan:

NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida.

NMX-J-098-ANCE-1999, Sistemas Eléctricos de Potencia-Suministro-Tensiones eléctricas normalizadas.

Procedimiento para la evaluación de la conformidad de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE, Instalaciones Eléctricas (Utilización).

3. Principios fundamentales

3.1 Protección para la seguridad

3.1.1 Generalidades

Los requisitos establecidos en este capítulo tienen el propósito de garantizar la seguridad de las personas, animales y los bienes contra los riesgos que puedan resultar de la utilización de las instalaciones eléctricas.

NOTA - En las instalaciones eléctricas, existen dos tipos de riesgos mayores:

- las corrientes de choque;
- las temperaturas excesivas capaces de provocar quemaduras, incendios u otros efectos peligrosos.

3.1.2 Protección contra los choques eléctricos

3.1.2.1 Protección contra los contactos directos

Las personas y los animales deben protegerse contra los riesgos que puedan resultar por el contacto con las partes vivas de la instalación.

Esta protección puede obtenerse por uno de los métodos siguientes:

- previniendo que una corriente pueda pasar a través del cuerpo de una persona o de un animal;
- limitando la corriente que pueda pasar a través del cuerpo a un valor inferior al de la corriente de choque.

3.1.2.2 Protección contra contactos indirectos

Las personas y los animales deben protegerse contra riesgos que puedan resultar por el contacto indirecto con las partes conductoras expuestas en caso de falla.

Esta protección puede obtenerse por uno de los métodos siguientes:

- previniendo que una corriente de falla pase a través del cuerpo de una persona o de un animal;
- limitando la corriente de falla que pueda pasar a través del cuerpo a un valor inferior al de la corriente de choque.
- efectuando la desconexión automática de la alimentación en determinado tiempo, evitando que después de que ocurra una falla que pueda causar que una corriente, fluya a través de un cuerpo en contacto con partes conductoras expuestas, cuando el valor de dicha corriente es igual o mayor que la corriente de choque.

NOTA- En relación con la protección contra los contactos indirectos, la aplicación del método de conexión de puesta a tierra, constituye un principio fundamental de seguridad.

3.1.3 Protección contra los efectos térmicos

La instalación eléctrica debe realizarse de tal forma que no exista ningún riesgo de ignición de materiales inflamables debido a las altas temperaturas o a los arcos eléctricos. Además, durante la operación normal del equipo eléctrico, no debe haber riesgo de que las personas o animales sufran quemaduras.

3.1.4 Protección contra sobrecorrientes

Las personas y los animales deben protegerse contra lesiones y los bienes contra daños debidos a temperaturas excesivas o esfuerzos electromecánicos ocasionados por cualquier sobrecorriente que pueda ocurrir en los conductores vivos.

Esta protección puede obtenerse, por uno de los métodos siguientes:

- la desconexión automática antes de que la sobrecorriente alcance un valor peligroso considerando su duración;
- limitando la máxima sobrecorriente a un valor seguro considerando su duración.

3.1.5 Protección contra las corrientes de falla

Los conductores que no sean los conductores vivos, y las otras partes diseñadas para conducir una corriente de falla, deben poder conducir estas corrientes sin alcanzar una temperatura superior a la máxima permisible para los conductores.

NOTAS:

- 1) Debe darse atención particular a las corrientes de falla a tierra y a las corrientes de fuga.
- 2) Para los conductores vivos, el cumplimiento con 3.1.4 asegura su protección contra sobrecorrientes causadas por fallas.

3.1.6 Protección contra sobretensiones

Las personas y los animales deben protegerse contra lesiones y los bienes contra daños que sean consecuencia de una tensión excesiva motivada por fenómenos atmosféricos, electricidad estática, fallas en la operación de los equipos de interrupción o bien por fallas entre partes vivas de circuitos alimentados a tensiones diferentes.

3.2 Planeación de las instalaciones eléctricas

3.2.1 Generalidades

Para la planeación, deben tomarse en cuenta los siguientes factores para proporcionar:

- protección de las personas, animales y los bienes de acuerdo con 3.1;
- funcionamiento satisfactorio de la instalación eléctrica acorde a la utilización prevista.

La información requerida para la planeación de la instalación eléctrica se indica en 3.2.2 al 3.2.5. Los requisitos para la planeación, se establecen en los artículos del 3.2.6 al 3.2.12.

NOTA: Se recomienda tomar provisiones sobre futuras ampliaciones o expansiones de las instalaciones, con objeto de garantizar la seguridad en las instalaciones eléctricas.

3.2.2 Características de la alimentación o alimentaciones disponibles

3.2.2.1 Naturaleza de la corriente: corriente alterna o corriente directa

3.2.2.2 Naturaleza y número de conductores:

- **Para corriente alterna:** Conductor(es) vivos; conductor neutro o puesto a tierra; conductor de puesta a tierra;
- **Para corriente directa:** Conductores equivalentes a los indicados anteriormente.

3.2.2.3 Valores nominales y tolerancias: tensiones y tolerancias; frecuencia y tolerancias; corriente máxima admisible; corriente probable de cortocircuito.

3.2.2.4 Medidas de protección inherentes en la alimentación; como por ejemplo: conductor neutro puesto a tierra, o conductor de puesta a tierra del punto medio o en el vértice de una fase (en un sistema delta abierto o cerrado).

3.2.2.5 Requisitos particulares de la alimentación de energía eléctrica, tales como: demanda, capacidad instalada, factor de demanda y tensión de alimentación.

3.2.3 Naturaleza de la demanda

El número y tipo de los circuitos alimentadores y derivados necesarios para iluminación, calefacción, fuerza motriz, control, señalización, telecomunicaciones, etc., se definen por:

- Puntos de consumo de la demanda de energía eléctrica;
- Cargas probables en los diferentes circuitos;
- Variación diaria y anual de la demanda;
- Condiciones especiales;
- Requisitos para las instalaciones de control, de señalización, de telecomunicaciones, etc.

3.2.4 Alimentación de emergencia o de reserva

- Fuente de alimentación (naturaleza, características).
- Circuitos alimentados por la fuente de emergencia.
- Circuitos alimentados por la fuente de reserva.

3.2.5 Condiciones ambientales

Deben considerarse las condiciones generales, y la clasificación de las condiciones ambientales en las instalaciones eléctricas.

3.2.6 Área de la sección transversal de los conductores

El área de la sección transversal de los conductores debe determinarse en función:

- a) de su temperatura máxima admisible;
- b) de la caída de tensión admisible;
- c) de los esfuerzos electromecánicos que puedan ocurrir en caso de un cortocircuito;
- d) a otros esfuerzos mecánicos a los que puedan someterse los conductores;
- e) el valor máximo de la impedancia con respecto al funcionamiento de la protección contra el cortocircuito.

NOTA - Los puntos enumerados anteriormente, conciernen en primer lugar, a la seguridad de las instalaciones eléctricas. Las áreas de sección transversal mayores que las requeridas para la seguridad pueden preferirse por operación económica.

3.2.7 Tipo de alambrado y métodos de instalación

La selección del tipo de alambrado y los métodos de instalación dependen de:

- La naturaleza del lugar;
- La naturaleza de las paredes u otras partes de los edificios que soportan el alambrado;
- La accesibilidad del alambrado a las personas y animales domésticos;
- La tensión eléctrica;
- Los esfuerzos electromecánicos que ocurren durante un cortocircuito;
- Otros esfuerzos a los cuales puedan exponerse los alambrados durante la realización de las instalaciones eléctricas o en servicio.

3.2.8 Dispositivos de protección

Las características de los equipos de protección, deben determinarse con respecto a su función, la cual puede ser por ejemplo, la protección contra los efectos de:

- sobrecorrientes (sobrecargas, cortocircuito);
- corriente de falla a tierra;
- sobretensiones;
- bajas tensiones y ausencia de tensión.

Los equipos de protección deben operar a los valores de corriente, tensión y tiempo los cuales se adaptan a las características de los circuitos y a los peligros posibles.

3.2.9 Control de emergencia

Si es necesario, en caso de peligro, la interrupción inmediata de la tensión de alimentación de las fuentes de energía, debe instalarse un dispositivo de interrupción de manera tal que sea fácilmente reconocible y rápidamente operable.

3.2.10 Dispositivos de desconexión

Deben proveerse dispositivos de desconexión para permitir desconectar de la instalación eléctrica, los circuitos o los aparatos individuales con el fin de permitir el mantenimiento, la comprobación, localización de fallas y reparaciones.

3.2.11 Prevención de las influencias mutuas

La instalación eléctrica debe estar dispuesta de tal forma que no haya influencia mutua perjudicial entre la instalación eléctrica y las instalaciones no eléctricas del edificio.

3.2.12 Accesibilidad de los equipos eléctricos

Los equipos eléctricos deben estar dispuestos para permitir tanto como sea necesario:

- espacio suficiente para realizar la instalación inicial y el posterior reemplazo del equipo eléctrico;
- accesibilidad para la operación, pruebas, inspección, mantenimiento y reparación.

NOTA: Para la definición de Accesible (aplicado a equipo) ver Capítulo 4.1, artículo 100, Definiciones.

3.2.13 Proyecto eléctrico

Las instalaciones destinadas para la utilización de la energía eléctrica, contempladas en esta NOM, deben contar con un proyecto (planos y memorias técnico-descriptivas)

3.3 Selección del equipo eléctrico

3.3.1 Generalidades

Todo equipo eléctrico utilizado en las instalaciones eléctricas debe cumplir con lo establecido en la Sección 110-2 de esta NOM.

3.3.2 Características

Cada equipo eléctrico seleccionado debe corresponder a las condiciones y características previstas para la instalación eléctrica (ver Capítulo 3.2); éstas deben en particular cumplir con los requisitos siguientes, cumpliendo con la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002:

3.3.2.1 Tensión

Los equipos eléctricos deben ser adecuados para el valor máximo de la tensión al cual van a operar (valor eficaz en corriente alterna), así como también a las sobretensiones que pudieran ocurrir.

NOTA - Para ciertos equipos puede ser necesario tomar en cuenta la tensión eléctrica más baja que pudiera presentarse.

3.3.2.2 Corriente eléctrica

Todos los equipos eléctricos deben seleccionarse considerando el valor máximo de la intensidad de corriente (valor eficaz en corriente alterna), que conducen en servicio normal, y considerando la corriente que pueda conducir en condiciones anormales, y el periodo (por ejemplo, tiempo de operación de los dispositivos de protección, si existen) durante el cual puede esperarse que fluya esta corriente.

3.3.2.3 Frecuencia

Si la frecuencia tiene una influencia sobre las características de los equipos eléctricos, la frecuencia nominal de los equipos debe corresponder a la frecuencia susceptible de producirse en el circuito.

3.3.2.4 Potencia

Todos los equipos eléctricos, seleccionados sobre la base de sus características de potencia, deben adecuarse para el servicio requerido del equipo, tomando en cuenta el factor de carga y las condiciones normales de servicio.

3.3.3 Condiciones de instalación

Todos los equipos eléctricos deben seleccionarse para poder soportar con seguridad los esfuerzos y las condiciones ambientales (ver el 3.2.5) característicos del lugar en donde se van a instalar, y a las que puedan someterse.

3.3.4 Prevención de los efectos nocivos

Todos los equipos eléctricos habrán de seleccionarse de manera que causen los menores efectos nocivos a otros equipos y a la alimentación durante el servicio normal, incluyendo las operaciones de interrupción.

En este contexto, los factores que pueden tener una influencia son:

- el factor de potencia;
- corrientes inducidas;
- cargas asimétricas;
- distorsión armónica.

3.4 Construcción y prueba inicial de las instalaciones eléctricas

3.4.1 Construcción

3.4.1.1 Son esenciales para la construcción de las instalaciones eléctricas una mano de obra efectuada por personal calificado y la utilización de materiales aprobados.

3.4.1.2 Las características del equipo eléctrico, una vez seleccionadas de acuerdo con lo establecido en 3.3, no deben modificarse o reducirse durante el proceso de instalación.

3.4.1.3 Los conductores deben identificarse de acuerdo con las Secciones aplicables de esta NOM.

3.4.1.4 Las conexiones entre conductores y otros equipos eléctricos, debe realizarse de tal manera que los contactos sean seguros y duraderos, de acuerdo con el Título 4 "Especificaciones".

3.4.1.5 Los equipos eléctricos deben instalarse de tal forma que no se afecten las condiciones de diseño de dichos equipos.

3.4.1.6 Los equipos eléctricos susceptibles de provocar altas temperaturas o arcos eléctricos, deben colocarse o protegerse para eliminar cualquier riesgo de ignición de materiales inflamables. Cuando la temperatura de cualquier parte expuesta del equipo eléctrico es susceptible de provocar lesiones a las personas, estas partes deben colocarse o protegerse para prevenir cualquier contacto accidental.

3.4.2 Prueba Inicial

Las instalaciones eléctricas deben probarse e inspeccionarse antes de ponerse en servicio y después de cualquier modificación importante, para comprobar la adecuada ejecución de los trabajos de acuerdo con esta NOM.

4. Especificaciones

Las especificaciones técnicas con que deben cumplir las instalaciones eléctricas objeto de esta Norma Oficial Mexicana son las establecidas en el Título 4 "Especificaciones" de esta NOM, en sus capítulos siguientes:

INDICE

- 4.1: Disposiciones Generales

Capítulo 1

Artículo 100 Definiciones

Artículo 110 Requisitos de las instalaciones eléctricas

- 4.2: Alambrado y Protección

Capítulo 2

Artículo 200 Uso e identificación de los conductores puestos a tierra

Artículo 210 Circuitos derivados

Artículo 215 Alimentadores

Artículo 220 Cálculo de los circuitos derivados, alimentadores y acometidas

Artículo 225 Circuitos alimentadores y derivados exteriores

- Artículo 230 Acometidas
- Artículo 240 Protección contra sobrecorriente
- Artículo 250 Puesta a tierra
- Artículo 280 Apartarrayos
- Artículo 285 Supresores de sobretensiones transitorias (SSTT)

- 4.3: Métodos de Alambrado y Materiales

Capítulo 3

- Artículo 300 Métodos de alambrado
- Artículo 305 Instalaciones provisionales
- Artículo 310 Conductores para alambrado en general
- Artículo 318 Soportes tipo charola para cables
- Artículo 320 Alambrado visible sobre aisladores
- Artículo 321 Alambrado soportado por un mensajero
- Artículo 324 Alambrado oculto sobre aisladores
- Artículo 325 Cables con separador integrado de gas (Tipo IGS)
- Artículo 326 Cables de media tensión MT (MV)
- Artículo 328 Cable plano tipo FCC
- Artículo 330 Cable con aislamiento mineral y cubierta metálica tipo MI
- Artículo 331 Tubo (conduit) no metálico
- Artículo 332 Tubo (conduit) de Polietileno
- Artículo 333 Cable armado tipo AC
- Artículo 334 Cables con armadura metálica tipo MC
- Artículo 336 Cables con cubierta no metálica, tipos NM, NMC y NMS
- Artículo 337 Cable plano tipo TWD
- Artículo 338 Cables de entrada de acometida
- Artículo 339 Cables para alimentadores y circuitos derivados subterráneos tipo UF
- Artículo 340 Cables de energía y control tipo TC para uso en soportes tipo charola
- Artículo 342 Extensiones no metálicas
- Artículo 343 Tubo (conduit) no metálico con cables preensamblados para usos subterráneos
- Artículo 344 Tubo (conduit) de polietileno de alta densidad para usos subterráneos
- Artículo 345 Tubo (conduit) metálico tipo semipesado
- Artículo 346 Tubo (conduit) metálico tipo pesado
- Artículo 347 Tubo (conduit) rígido no metálico
- Artículo 348 Tubo (conduit) metálico tipo ligero
- Artículo 349 Tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero
- Artículo 350 Tubo (conduit) metálico flexible
- Artículo 351 Tubo (conduit) flexible hermético a los líquidos metálico y no metálico
- Artículo 352 Canalizaciones superficiales metálicas y no metálicas
- Artículo 353 Ensamble de receptáculos múltiples
- Artículo 354 Canalizaciones bajo el piso
- Artículo 356 Canalizaciones en pisos metálicos celulares

- Artículo 358 Canalizaciones en pisos de concreto celular
- Artículo 362 Ductos metálicos y no metálicos con tapa
- Artículo 363 Cables planos tipo FC
- Artículo 364 Ductos con barras (electroductos)
- Artículo 365 Canalizaciones prealambradas
- Artículo 370 Cajas, cajas de paso y sus accesorios, utilizados para salida, empalme, unión o jalado
- Artículo 373 Gabinetes, cajas para cortacircuitos y bases para medidores
- Artículo 374 Canales auxiliares
- Artículo 380 Desconectores
- Artículo 384 Tableros de distribución y tableros de alumbrado y control

- 4.4: Equipos de Uso General

Capítulo 4

- Artículo 400 Cables y cordones flexibles
- Artículo 402 Cables para artefactos
- Artículo 410 Luminarios, portalámparas, lámparas y receptáculos
- Artículo 411 Sistemas de alumbrado que funcionan a 30 V o menos
- Artículo 422 Aparatos electrodomésticos y similares
- Artículo 424 Equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente
- Artículo 426 Equipo eléctrico fijo para descongelar y derretir nieve
- Artículo 427 Equipo eléctrico fijo para calentamiento de tuberías para líquidos y recipientes
- Artículo 430 Motores, circuitos de motores y sus controladores
- Artículo 440 Equipos de aire acondicionado y de refrigeración
- Artículo 445 Generadores
- Artículo 450 Transformadores y bóvedas para transformadores
- Artículo 455 Convertidores de fase
- Artículo 460 Capacitores
- Artículo 470 Resistencias y reactores
- Artículo 480 Baterías de acumuladores

4.5: Ambientes Especiales

Capítulo 5

- Artículo 500 Areas peligrosas (clasificadas), clases I, II y III, divisiones 1 y 2
- Artículo 501 Areas clase I
- Artículo 502 Areas clase II
- Artículo 503 Areas clase III
- Artículo 504 Sistemas intrínsecamente seguros
- Artículo 505 Areas clase I, zonas 0, 1 y 2
- Artículo 510 Areas peligrosas (clasificadas)-específicas
- Artículo 511 Estacionamientos comerciales, talleres de servicio y de reparación para vehículos automotores
- Artículo 513 Hangares de aviación
- Artículo 514 Gasolinerías y estacionamientos de servicio
- Artículo 515 Plantas de almacenamiento a granel

- Artículo 516 Procesos de aplicación por rociado, inmersión y recubrimiento
- Artículo 517 Instalaciones en lugares de atención de la salud
- Artículo 518 Lugares de reunión
- Artículo 520 Teatros, áreas de audiencia en cines y estudios de televisión y lugares similares
- Artículo 525 Atracciones móviles, circos, ferias y eventos similares
- Artículo 530 Estudios de cine, televisión y lugares similares
- Artículo 540 Proyectores de cine
- Artículo 545 Edificios prefabricados
- Artículo 547 Construcciones agrícolas
- Artículo 550 Casas móviles, casas prefabricadas y sus estacionamientos
- Artículo 551 Vehículos de recreo y sus estacionamientos
- Artículo 552 Remolques estacionados
- Artículo 553 Construcciones flotantes
- Artículo 555 Marinas y muelles

4.6: Equipos Especiales

Capítulo 6

- Artículo 600 Anuncios luminosos y alumbrado de realce
- Artículo 604 Sistemas de alambrado prefabricados
- Artículo 605 Instalaciones en oficina
- Artículo 610 Grúas y polipastos
- Artículo 620 Elevadores, montacargas, escaleras eléctricas y pasillos móviles, escaleras y elevadores para sillas de rueda
- Artículo 625 Equipos para carga de vehículos eléctricos
- Artículo 630 Máquinas de soldar eléctricas
- Artículo 640 Equipos de grabación de sonido y similares
- Artículo 645 Equipos de procesamiento de datos y de cómputo electrónico
- Artículo 650 Organos tubulares
- Artículo 660 Equipos de rayos X
- Artículo 665 Equipo de calentamiento por inducción y por pérdidas dieléctricas
- Artículo 668 Celdas electrolíticas
- Artículo 669 Galvanoplastia
- Artículo 670 Maquinaria industrial
- Artículo 675 Máquinas de riego operadas o controladas eléctricamente
- Artículo 680 Albercas, fuentes e instalaciones similares
- Artículo 685 Sistemas eléctricos integrados
- Artículo 690 Sistemas solares fotovoltaicos
- Artículo 695 Bombas contra incendios

4.7: Condiciones Especiales

Capítulo 7

- Artículo 700 Sistemas de emergencia
- Artículo 701 Sistemas de reserva legalmente requeridos
- Artículo 702 Sistemas de reserva opcionales

- Artículo 705 Fuentes de producción de energía eléctrica conectada
- Artículo 710 Equipos que operan a tensiones eléctricas mayores de 600 V nominales
- Artículo 720 Circuitos y equipos que operan a menos de 50 V
- Artículo 725 Circuitos clase 1, clase 2 y clase 3 de control remoto, señalización y de potencia limitada
- Artículo 727 Cables para soportes tipo charola para conductores de instrumentación tipo ITC
- Artículo 760 Sistemas de alarma contra incendios
- Artículo 770 Cables y canalizaciones de fibra óptica
- Artículo 780 Sistemas de distribución de energía en lazo cerrado y programado

4.8: Sistemas de Comunicación

Capítulo 8

- Artículo 800 Circuitos de comunicaciones
- Artículo 810 Equipos de radio y televisión
- Artículo 820 Sistemas de distribución de antenas comunitarias de radio y televisión
- Artículo 830 Sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red

4.9: Instalaciones destinadas al Servicio Público

Capítulo 9

- Artículo 920 Disposiciones generales
- Artículo 921 Puesta a tierra
- Artículo 922 Líneas aéreas
- Artículo 923 Líneas subterráneas
- Artículo 924 Subestaciones
- Artículo 930 Alumbrado público

4.10: Tablas

Capítulo 10

Apéndices A, B1, B2, C y D.

4.1 DISPOSICIONES GENERALES

CAPITULO 1

ARTICULO 100 - DEFINICIONES

Alcance. Este Artículo contiene las definiciones esenciales para la aplicación apropiada de esta Norma Oficial Mexicana (en adelante NOM). No pretende incluir los términos generales comúnmente definidos o los términos técnicos definidos en otras normas. En general, sólo se definen términos utilizados en dos o más Artículos de esta norma. En algunos Artículos se incluyen otras definiciones de aplicación particular en el propio Artículo, pero puede hacerse referencia a ellas en este Artículo.

La parte A de este Artículo contiene las definiciones que se aplican dondequiera que los términos sean utilizados en esta norma. La parte B contiene las definiciones aplicables únicamente en las Secciones que cubren instalaciones y equipos que operan a más de 600 V nominales.

A. Definiciones generales

Accesible: (aplicado a los métodos de alambrado) Colocado de forma que pueda ser quitado o expuesto sin causar daño a la estructura o al acabado del edificio, o que no está permanentemente encerrado dentro de la estructura o del acabado del edificio (véase Oculto y Expuesto.)

Accesible: (aplicado a los equipos) equipo al que es posible aproximarse; no está resguardado por puertas con cerradura, ni por elevación, ni por otros medios.

Accesible, fácilmente: Elemento al que es posible aproximarse rápidamente para su operación, reposición o inspección, sin necesidad de escalar o quitar obstáculos, ni recurrir a escaleras portátiles, sillas, etcétera (véase Accesible) (aplicado a los equipos).

Acometida: Conductores de acometida que conecta la red del suministrador al alambrado del inmueble a servir.

Acometida aérea: Conductores de entrada de acometida, sistema aéreo, que van desde el último poste u otro soporte aéreo hasta un conector, incluyendo los empalmes, si existen, a los conductores de entrada de acometida en un edificio u otra estructura.

Acometida subterránea: Conductores de acometida subterránea entre la calle principal, incluyendo conductores verticales a un poste u otra estructura o desde el(los) transformadores y el primer punto de conexión de los conductores de entrada de acometida en una caja terminal o de punto de medición u otra caja dentro o fuera de la pared de la edificación. Donde no exista caja de terminales o medición u otro punto de conexión se considera ser un punto de entrada al interior de la edificación de los conductores de acometida.

A la vista de: Donde se especifique que un equipo debe estar "A la vista de" otro equipo, significa que un equipo debe estar visible desde el otro equipo y que no están separados más de 15 m uno del otro.

Alimentador: Todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida o la fuente de un sistema derivado separadamente u otra fuente de alimentación y el dispositivo final de protección contra sobrecorriente del circuito derivado.

Alumbrado de realce: Disposición de lámparas incandescentes, de descarga o algún otro tipo de iluminación eléctrica para delinear o llamar la atención de ciertas características, tales como la forma de un edificio o la decoración de un escaparate.

Anuncio luminoso: Equipo de utilización fijo, estacionario o portátil, autocontenido, iluminado eléctricamente con palabras o símbolos, diseñado para comunicar información o llamar la atención.

Aparato a prueba de explosión: Aparato encerrado en una envolvente capaz de soportar una explosión que pueda ocurrir en su interior, y de prevenir la ignición de un gas o vapor específico que rodee la envolvente, por chispas o explosión del gas o vapor del interior de la envolvente y capaz de funcionar a una temperatura exterior tal que la atmósfera inflamable que le rodea no pueda ser incendiada por su causa.

Aparatos Electrodomésticos: Equipo de utilización, generalmente no industrial, que usualmente se fabrica en tamaños normalizados y que se instala o conecta como una unidad para realizar una o más funciones, como lavar ropa, acondicionar aire, mezclar alimentos, freír, etcétera.

Apartado, Separado: (aplicado a lugares) No accesible fácilmente por las personas, sin utilizar medios especiales.

Aprobado: Aceptado para su utilización. Véase 110-2.

A prueba de intemperie: Construido o protegido de modo que su exposición o uso a la intemperie no impida su buen funcionamiento.

NOTA: Los equipos a prueba de lluvia, herméticos a la lluvia o herméticos al agua pueden cumplir los requisitos de "a prueba de intemperie" cuando no influyen otras condiciones atmosféricas variables a la humedad, tales como la nieve, hielo, polvo o temperaturas extremas.

A prueba de lluvia: Construido, protegido o tratado para impedir que la lluvia interfiera con la operación satisfactoria del aparato bajo condiciones de prueba específica.

A prueba de polvo: Construido de tal forma que el polvo no interfiera en su operación satisfactoria.

A tierra: Conexión conductora, intencionada o accidental, entre un circuito o equipo eléctrico y el terreno natural o algún cuerpo conductor que sirva como tal.

Automático: Auto-actuante, que opera por su propio mecanismo cuando se le acciona por medio de una influencia impersonal, por ejemplo un cambio de intensidad de corriente eléctrica, presión, temperatura o configuración mecánica (véase no automático).

Autoridad competente: Secretaría de Energía; Dirección General de Instalaciones Eléctricas y Recursos Nucleares, conforme con sus atribuciones.

Cable de acometida: Conductores de acometida en forma de cable.

Caja para cortacircuitos (baja tensión): Envolvente diseñada para montaje superficial que tiene puertas abatibles, oscilantes o cubiertas superficiales sujetas en forma telescópica a las paredes de las cajas.

Caja de paso: Parte de un sistema de canalización con tubería de cualquier tipo para proveer acceso al interior del sistema de alambrado por medio de una cubierta o tapa removible. Podrá estar instalada al final o entre partes del sistema de canalización.

NOTA: Las cajas comúnmente denominadas FS y FD o de dimensiones mayores, de metal fundido o cajas de lámina metálica, no se clasifican como cajas de paso.

Cámara plena (de aire): Compartimento o cámara a la que están conectados uno o más conductos de aire y que forma parte del sistema de distribución de aire.

Canalización: Canal cerrado de materiales metálicos o no metálicos, expresamente diseñado para contener alambres, cables o barras conductoras, con funciones adicionales como lo permita esta norma.

Capacidad de conducción de corriente: Corriente eléctrica expresada en amperes (A), que un conductor eléctrico puede conducir continuamente, bajo condiciones de uso normal, sin exceder su temperatura nominal.

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

Carga continua: Aquella cuya corriente eléctrica nominal circule durante tres horas o más.

Carga no lineal: Aquella donde la forma de onda de la corriente eléctrica en estado estable no siga la forma de onda de la tensión eléctrica aplicada.

NOTA: Ejemplos de cargas que pueden ser no lineales: equipo electrónico, alumbrado de descarga eléctrica/electrónica, sistemas de velocidad variable, hornos de arco eléctrico y similares.

Centro de control de motores: Conjunto de una o más secciones encerradas, que tienen barras conductoras comunes y que contienen principalmente unidades para el control de motores.

Circuito de control remoto: Cualquier circuito eléctrico que controle a otro circuito a través de un relevador o dispositivo equivalente.

Circuito de señalización: Cualquier circuito eléctrico que suministre energía a equipos de señalización.

Circuito derivado: Conductor o conductores de un circuito desde el dispositivo final de sobrecorriente que protege a ese circuito hasta la o las salidas finales de utilización.

Circuito derivado de uso general: Circuito derivado que alimenta a diversas salidas para alumbrado y electrodomésticos.

Circuito derivado individual: Circuito derivado que alimenta a un solo equipo de utilización.

Circuito derivado, multiconductor: Circuito derivado que consta de dos o más conductores no puestos a tierra que tienen diferencia de potencial eléctrico entre ellos, y un conductor puesto a tierra que tiene la misma diferencia de potencial eléctrico entre él y cada conductor no puesto a tierra del circuito y que está conectado al neutro o al conductor puesto a tierra del sistema.

Circuito derivado para aparatos electrodomésticos: Circuito derivado que suministra energía eléctrica a una o más salidas a las que se conectan aparatos electrodomésticos; tales circuitos no deben contener elementos de alumbrado conectados permanentemente que no formen parte del aparato electrodoméstico.

Circuito no incendiario: Circuito en el que cualquier arco o efecto térmico producido en condiciones previstas de operación del equipo o que debido a la apertura, cortocircuito o la puesta a tierra del alambrado, en condiciones de prueba específica, no propicie la ignición de gases, vapores o mezclas aire-polvo inflamables.

Clavija: Dispositivo que por medio de su inserción en un receptáculo establece la conexión eléctrica entre los conductores de su propio cordón flexible y los conductores permanentemente conectados al receptáculo.

Cocineta, cocina unitaria para mostrador: Aparato electrodoméstico para preparación de alimentos, cocción, freído, asado; diseñado para integrarse o montarse sobre un mueble tipo mostrador y que consiste en uno o más elementos calefactores, alambrado interno y controles incorporados o montados por separado (véase también Hornos de pared).

Conductor aislado: Conductor rodeado de un material de composición y espesor indicados en esta NOM como aislamiento eléctrico.

Conductor cubierto: Conductor rodeado de un material de composición o espesor no indicados en esta NOM como aislamiento eléctrico.

Conductores de acometida: Conductores comprendidos desde el punto de acometida hasta el medio de desconexión de la acometida.

Conductores de entrada de acometida, sistema aéreo: Conductores de acometida comprendidos entre las terminales del equipo de la acometida y un punto comúnmente fuera del edificio, y separado de sus paredes, donde se unen por derivación o empalme a la bajada de la acometida aérea.

Conductores de entrada de acometida, sistema subterráneo: Conductores de acometida comprendidos entre las terminales del equipo de la acometida y el punto de conexión con la acometida subterránea.

Conductor del electrodo de puesta a tierra: Conductor utilizado para conectar el(los) electrodo(s) de puesta a tierra al conductor de puesta a tierra del equipo, al conductor puesto a tierra o a ambos a la acometida en cada edificio o a la estructura donde esté alimentado desde una acometida común o a la fuente de un sistema derivado separadamente.

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

Conductor de puesta a tierra: Conductor utilizado para conectar un equipo o el circuito puesto a tierra de un sistema de alambrado al electrodo o electrodos de puesta a tierra.

Conductor de puesta a tierra de los equipos: Conductor utilizado para conectar las partes metálicas no conductoras de corriente eléctrica de los equipos, canalizaciones y otras envolventes al conductor del sistema puesto a tierra, al conductor del electrodo de puesta a tierra o ambos, en los equipos de acometida o en el punto de origen de un sistema derivado separadamente.

Conductor puesto a tierra: Conductor de un sistema o circuito intencionadamente puesto a tierra.

Conector o conectador: Dispositivo metálico que establece una conexión electromecánica y continua entre partes de un mismo conductor o entre dos o más conductores o a una terminal.

Conector a presión: (sin soldadura) Dispositivo para establecer una conexión entre dos o más conductores o entre uno o más conductores y una terminal por medio de presión mecánica, sin uso de soldadura.

Controlador: Dispositivo o grupo de dispositivos para gobernar, de un modo predeterminado, la energía eléctrica suministrada al aparato al cual está conectado.

Corriente de interrupción: Corriente eléctrica máxima a la tensión nominal que un dispositivo, es capaz de interrumpir bajo condiciones de prueba normalizadas. Los dispositivos diseñados para interrumpir corriente eléctrica a otros niveles distintos de los de falla, pueden tener su valor de interrupción expresado en función de otras unidades, como kW, kVA o corriente eléctrica a rotor bloqueado del motor.

Corriente Continua (c.c.): se denomina también corriente directa (c.d.) y ambos términos pueden emplearse para la identificación o marcado de equipos, aunque debe tenderse al empleo de c.c., que es el normalizado nacional e internacionalmente.

Cuarto de baño: Zona que incluye un lavabo y uno o más de los siguientes elementos: inodoro, tina o ducha.

Cubo del elevador: Abertura, escotilla, boca de pozo u otra abertura o espacio vertical diseñada para que dentro de ella funcione un elevador o montacargas.

Desconectores:

Desconector de aislamiento: Dispositivo diseñado para aislar un circuito eléctrico de su fuente de alimentación. No tiene corriente de interrupción y está diseñado para operar sin carga y únicamente después de que el circuito ha sido abierto por algún otro medio.

Desconector de aislamiento en derivación: Dispositivo operado manualmente usado en conjunto con un desconector de transferencia para constituir un medio de conexión directa de los conductores de carga a la fuente de alimentación y aislar el desconector de transferencia.

Desconector de transferencia: Dispositivo automático o no automático para transferir una o más conexiones de los conductores de carga de una fuente de alimentación a otra.

Desconector de uso general: Dispositivo diseñado para uso en circuitos de distribución general y derivados con el fin de conectar o desconectar cargas hasta su corriente y tensión eléctricas nominales. Tiene capacidad nominal en amperes y es capaz de interrumpir su corriente nominal a su tensión eléctrica nominal.

Desconector de uso general de acción rápida: Dispositivo de uso general construido de manera que pueda instalarse en cajas de dispositivos o sobre tapas de caja o utilizado junto con sistemas de alambrado reconocidos por esta norma.

Desconectador para circuito de motor: Dispositivo cuya potencia nominal es expresada como capacidad en kW o CP y que es capaz de interrumpir la máxima corriente eléctrica de operación en sobrecarga de un motor a la tensión nominal.

Dispositivo: Elemento de un sistema eléctrico destinado para conducir, pero no para consumir energía eléctrica.

Edificio o edificación: Estructura independiente o que está separada de otras estructuras adyacentes por medio de muros divisorios y que cuenta en todas sus aberturas con puertas.

Edificio de vivienda:

Unidad de vivienda: Una o más habitaciones para el uso de una o más personas formando una unidad y que incluye área de comedor, de estar, dormitorio e instalaciones permanentes de cocina y servicio sanitario.

Unidad de vivienda bifamiliar: Edificio que contiene solamente dos unidades de vivienda.

Unidad de vivienda multifamiliar: Edificio que contiene tres o más unidades de vivienda.

Unidad de vivienda unifamiliar: Edificio que contiene solamente una unidad de vivienda.

Encerrado: Rodeado por una carcasa, caja, cerca o paredes para evitar que las personas entren accidentalmente en contacto con partes energizadas.

Energizado(a): Conectado(a) eléctricamente a una fuente de diferencia de potencial.

Ensamble de salidas múltiples: Canalización superficial o empotrada diseñada para contener conductores y receptáculos ensamblados ya sea en campo o en fábrica.

Envolvente: Recinto, recipiente o carcasa de un aparato o la cerca o paredes que rodean una instalación para evitar que las personas entren en contacto accidental con partes energizadas o para protección de los equipos contra daño físico.

NOTA: Véase la Tabla 430-91 y Apéndice D para ejemplos de tipos de envolventes.

Equipo: Término general que incluye dispositivos, aparatos electrodomésticos, luminarios, aparatos y productos similares utilizados como partes de, o en conexión con una instalación eléctrica.

Equipo de acometida: Equipo necesario para servir de control principal y que usualmente consiste en un interruptor automático o desconectador y fusibles, con sus accesorios, localizado cerca del punto de entrada de los conductores de suministro a un edificio u otra estructura o a un área definida.

Equipo de utilización: Equipo que transforma, con cierta eficiencia, la energía eléctrica en energía mecánica, química, calorífica, luminosa u otras.

Equipo sellable: (precintable) Equipo con envolvente en forma de caja o gabinete provisto de medios de bloqueo o sello de manera que las partes energizadas no sean accesibles sin abrir la envolvente. El equipo puede o no ser accionable sin abrir la envolvente.

Escaparate: Ventana utilizada o diseñada para la exhibición de mercancías o material publicitario, que está total o parcialmente cerrada o totalmente abierta por detrás y que puede tener o no una plataforma a un nivel superior al del piso de la calle.

Etiquetado: Equipo o materiales que tienen adherida una etiqueta, símbolo u otra marca de identificación de un organismo acreditado o dependencia que mantiene un programa de inspecciones periódicas al equipo o material etiquetado, y que es aceptable para la autoridad competente que se ocupa de la evaluación del producto. Con la etiqueta, símbolo u otra marca de identificación mencionada, el fabricante o proveedor indica que el equipo o material cumple con las normas aplicables o de su buen funcionamiento bajo requisitos específicos.

Expuesto: (aplicado a métodos de alambrado) Colocado sobre o fijado a la superficie o detrás de paneles diseñados para permitir el acceso (véase Accesible) (aplicado a los métodos de alambrado).

Expuesta: (aplicado a partes vivas) Que una persona puede inadvertidamente tocarla o acercársele a una distancia menor que la segura. Se aplica a las partes que no están adecuadamente resguardadas, separadas o aisladas (véase Accesible y Oculto).

Fácilmente accesible: (véase Accesible, fácilmente).

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

Frente muerto: Sin partes vivas expuestas hacia una persona en el lado de accionamiento del equipo.

Gabinete: Envoltura diseñada para montaje superficial o empotrado, provista de un marco, montura o bastidor en el que se puede instalar una o varias puertas, en cuyo caso dichas partes deben ser oscilantes.

Garaje: (cochera, estacionamiento) Edificio o parte de éste en el que se guardan uno o más vehículos autopropulsados que transportan líquidos o gases volátiles inflamables como combustibles, que están ahí para su uso, venta, almacenamiento, renta, reparación, exhibición o demostración; y toda aquella porción de un edificio por encima o por debajo del nivel del piso en la que se guardan tales vehículos y que no está separada del mismo con medios adecuados.

NOTA: Respecto a los talleres de servicio y reparación para vehículos automotores, véase 511.

Hermético al agua: Construido para que la humedad no entre en la envoltura, en condiciones específicas de prueba.

Hermético a la lluvia: Construido o protegido de manera que no entre agua cuando se le expone a la lluvia batiente en condiciones específicas de prueba.

Hermético al polvo: Construido de modo que el polvo no entre en la envoltura en condiciones específicas de prueba.

Herraje: (accesorio) Contratuerca, boquilla (monitor) u otra parte de un sistema de alambrado, diseñado fundamentalmente para desempeñar una función más mecánica, que eléctrica.

Horno de pared: Horno para cocinar, diseñado para montarse empotrado o sobre una pared u otra superficie, el cual consiste en uno o más elementos calefactores, alambrado interno y controles incorporados o para montarse por separado (véase Cocineta, Cocina unitaria para mostrador).

Identificado: (aplicado a los equipos) Reconocido como adecuado para un propósito específico, función, uso, entorno, aplicación, por medio de una identificación donde esté así descrito como requisito particular de esta norma (véase Equipo).

NOTA: La adecuación de un equipo para un propósito específico, uso, entorno o aplicación específica puede ser determinada por un organismo acreditado para la evaluación de la conformidad del producto. La identificación puede evidenciarse por medio de un listado o marca de conformidad (véase Listado, Marcado).

Interruptor automático: Dispositivo diseñado para abrir o cerrar un circuito por medios no automáticos y para abrir el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada, sin dañarse a sí mismo, cuando se aplica correctamente dentro de su valor nominal.

NOTA: El medio de apertura automática puede ser integral que actúa directamente con el interruptor automático o situado a distancia del mismo.

Ajustable: Indica que el interruptor automático puede regularse para cambiar el valor de disparo dentro de límites definidos.

Ajuste: El valor de corriente eléctrica, de tiempo o de ambos, a los cuales se regula el disparo de un interruptor automático ajustable.

De disparo instantáneo: Término calificador que indica que en la acción de disparo del interruptor automático no se ha introducido intencionalmente algún retardo.

De retardo inverso: Término calificador que indica que en la acción de disparo del interruptor automático se ha introducido intencionalmente un retardo que decrece a medida que la magnitud de la corriente eléctrica aumenta.

No ajustable: Término calificador que indica que el interruptor automático no puede regularse para cambiar el valor de la corriente eléctrica a la cual dispara o el tiempo requerido para su funcionamiento.

Interruptor de circuito por falla a tierra: Dispositivo diseñado para la protección de personas, que funciona para desenergizar un circuito o parte del mismo, dentro de un periodo determinado, cuando una corriente eléctrica a tierra excede un valor predeterminado, menor que el necesario para accionar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito de alimentación.

Líquido volátil inflamable: Líquido inflamable con punto de inflamación inferior a 38°C. Líquido inflamable cuya temperatura está por encima de su punto de inflamación, o un combustible líquido de Clase II con una presión de vapor no mayor que 276 kPa a 38°C, y cuya temperatura está por encima de su punto de inflamación.

Listado: Equipos, productos o servicios aprobados y certificados por un organismo de certificación acreditado para la evaluación del producto e incluidos en una lista publicada por el mismo organismo. Los equipos o productos deben cumplir con lo indicado en 110-2.

Locales húmedos: (véase Lugares)

Locales mojados: (véase Lugares)

Locales secos: (véase Lugares)

Localización o Lugar: (véase Lugares)

Lugares:

Lugar húmedo: Lugar parcialmente protegido bajo aleros, marquesinas, porches techados abiertos y lugares similares y lugares interiores sujetos a un grado moderado de humedad como algunos sótanos, graneros y almacenes refrigerados.

Lugar mojado: Instalación subterránea o dentro de losas o mampostería de concreto, que está en contacto directo con el terreno o un lugar sometido a saturación con agua u otros líquidos, tal como área de lavado de vehículos o un lugar expuesto a la intemperie y no protegido.

Lugar seco: Lugar que normalmente no está húmedo o sujeto a ser mojado. Un local clasificado como seco puede estar temporalmente húmedo o sujeto a ser mojado, como en el caso de un edificio en construcción.

Luminario: equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas y el cual incluye todos los accesorios para fijar, proteger y operar estas lámparas y los necesarios para conectarlas al circuito de utilización eléctrica.

Marcado (aplicado a marca de conformidad): Equipo o materiales que tienen adherida una etiqueta, símbolo u otra marca de identificación de un organismo acreditado o dependencia que mantiene un programa de inspecciones periódicas al equipo o material etiquetado, y que es aceptable para el organismo que se ocupa de la evaluación de la conformidad del producto. Con la etiqueta, símbolo u otra marca de identificación mencionada, el fabricante o proveedor indica que el equipo o material cumple con las normas aplicables o su buen funcionamiento bajo requisitos específicos (véase 110-2.)

Medio de desconexión: Dispositivo o conjunto de dispositivos u otros medios por medio de los cuales los conductores de un circuito pueden ser desconectados de su fuente de alimentación.

No automático: Acción que requiere de la intervención de personal para su control. Cuando se aplica a un controlador eléctrico, el control no automático no implica necesariamente un controlador manual, sino que es necesaria la intervención de una persona (véase Automático).

Oculto: Que resulta inaccesible por la estructura o acabado del edificio. Los conductores en canalizaciones ocultas son considerados ocultos, aunque se hacen accesibles al extraerlos de las canalizaciones. (Véase Accesible) (aplicado a los métodos de alambrado).

Operable desde fuera: Capaz de ser operado sin que el operario esté expuesto a contacto con partes vivas.

Panel: Placa, entrepaño, tramo, segmento, cuadro o compartimento.

Partes vivas: Conductores, barras conductoras, terminales o componentes eléctricos sin aislar o expuestos, que representan riesgo de choque eléctrico.

Permiso especial: Autorización escrita de la autoridad competente.

Persona calificada. Es aquella persona física cuyos conocimientos y facultades especiales para intervenir en el proyecto, cálculo, construcción, operación o mantenimiento de una determinada instalación eléctrica han sido comprobados en términos de la legislación vigente o por medio de un procedimiento de evaluación de la conformidad bajo la responsabilidad del usuario o propietario de las instalaciones.

Protección de falla a tierra de equipos: Sistema diseñado para dar protección a los equipos contra daños por corrientes de falla entre línea y tierra, que hacen funcionar un medio de desconexión que desconecta los conductores no puestos a tierra del circuito afectado. Esta protección es activada a niveles de corriente eléctrica inferiores a los necesarios para proteger a los conductores contra daños mediante la operación de un dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito alimentador.

Protector térmico: (aplicado a motores) Dispositivo de protección, para ser instalado como parte integral de un motor o motor-compresor y el cual, cuando se utiliza de manera apropiada, protege al motor contra sobrecalentamiento peligroso debido a sobrecarga o falla del arranque.

NOTA: El protector térmico puede consistir de uno o más elementos sensores integrados en el motor o motor-compresor y un dispositivo de control externo.

Protegido térmicamente: (aplicado a motores) Las palabras "protegido térmicamente", en la placa de datos del motor o motor-compresor, indican que el motor tiene un protector térmico.

Puente de unión: Conductor confiable, para asegurar la conductividad eléctrica requerida entre partes metálicas que requieren ser conectadas eléctricamente.

Puente de unión, circuito: Conexión entre partes de un conductor en un circuito para mantener la capacidad de conducción de corriente requerida por el circuito.

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

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

Puesto a tierra: Conectado al terreno natural o a algún cuerpo conductor que pueda actuar como tal.

Puesto a tierra eficazmente: Conectado al terreno natural intencionalmente a través de una conexión o conexiones a tierra que tengan una impedancia suficientemente baja y capacidad de conducción de corriente, que prevengan la formación de tensiones eléctricas peligrosas a las personas o a los equipos conectados.

Punto de acometida: Punto de conexión entre las instalaciones de la empresa suministradora y las del usuario.

Receptáculo: Dispositivo de contacto eléctrico instalado en una salida para la conexión de una sola clavija. Un receptáculo sencillo es un dispositivo de contacto de un solo juego de contactos. Un receptáculo múltiple es aquel que contiene dos o más dispositivos de contacto en el mismo chasis.

Resguardado: Cubierto, blindado, cercado, encerrado o protegido de otra manera, por medio de cubiertas o tapas adecuadas, barreras, rieles, pantallas, placas o plataformas que evitan el riesgo de acercamiento o contacto de personas u objetos a un punto peligroso.

Rótulo: (véase Anuncio luminoso).

Salida: Punto en un sistema de alambrado en donde se toma corriente eléctrica para alimentar al equipo de utilización.

Salida de fuerza: Conjunto con envolvente que puede incluir receptáculos, interruptores automáticos, portafusibles, desconectores con fusibles, barras conductoras de conexión común y bases para montaje de wathorímetros; diseñado para suministrar y controlar el suministro de energía eléctrica a casas móviles, paraderos para remolques, vehículos de recreo, remolques o embarcaciones; o para servir como medio de distribución de la energía eléctrica necesaria para operar equipo móvil o instalado temporalmente.

Salida para receptáculos: Salida en la que están instalados uno o más receptáculos.

Salida para alumbrado: Salida diseñada para la conexión directa de un portalámparas, una luminario o un cordón colgante que termine en un portalámparas.

Servicio:

Servicio continuo: Funcionamiento con una carga prácticamente constante durante un periodo largo indefinido.

Servicio por tiempo corto: Funcionamiento con una carga prácticamente constante durante un periodo corto y específicamente definido.

Servicio intermitente: Funcionamiento por intervalos alternativos de (1) con carga y sin carga; (2) con carga y en reposo, o (3) con carga, sin carga y en reposo.

Servicio periódico: Funcionamiento intermitente en el que las condiciones de carga son regularmente recurrentes.

Servicio variable: Funcionamiento con cargas e intervalos de tiempo, que pueden estar sometidos a variaciones amplias.

Sistema de alambrado de usuarios: Alambrado interior y exterior incluyendo circuitos de fuerza, alumbrado, control y señalización con todos sus herrajes, accesorios y dispositivos de alambrado asociados, ya sean permanentes o temporalmente instalados, que parten desde el punto de acometida de los conductores del suministrador o fuente de un sistema de derivado separadamente hasta las salidas. Dicho alambrado no incluye el alambrado interno de aparatos electrodomésticos, luminarios, motores, controladores, centros de control de motores y equipos similares.

Sistema derivado separadamente: Sistema de alambrado de una propiedad, cuya energía procede de una batería, sistema fotoeléctrico solar o de un generador, transformador o devanados de un convertidor y que no tiene conexión eléctrica directa incluyendo al conductor del circuito sólidamente puesto a tierra, con los conductores de suministro que provengan de otro sistema.

Sistema solar fotovoltaico: El total de componentes y subsistemas que, en combinación, convierten la energía solar en energía eléctrica apropiada para la conexión a una carga de utilización.

Sobrecarga: Funcionamiento de un equipo excediendo su capacidad nominal, de plena carga, o de un conductor que excede su capacidad de conducción de corriente nominal, cuando tal funcionamiento, al persistir por suficiente tiempo puede causar daños o sobrecalentamiento peligroso. Una falla, tal como un cortocircuito o una falla a tierra, no es una sobrecarga (véase Sobrecorriente).

Sobrecorriente: Cualquier corriente eléctrica en exceso del valor nominal de los equipos o de la capacidad de conducción de corriente de un conductor. La sobrecorriente puede ser causada por una sobrecarga (véase definición de "sobrecarga"), un cortocircuito o una falla a tierra.

NOTA: Una corriente eléctrica en exceso de la nominal puede ser absorbida por determinados equipos y conductores si se presenta un conjunto de condiciones. Por eso, las reglas para protección contra sobrecorriente son específicas para cada situación en particular.

Tablero de alumbrado y control: Panel sencillo o grupo de paneles unitarios diseñados para ensamblarse en forma de un solo panel, accesible únicamente desde el frente, que incluye barras conductoras de conexión común y dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y otros dispositivos de protección, y está equipado con o sin desconectores para el control de circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza; diseñado para instalarlo dentro de un gabinete o caja de cortacircuitos ubicada dentro o sobre un muro o pared divisora y accesible únicamente desde el frente (véase Tablero de distribución).

Tablero de distribución: Panel grande sencillo, estructura o conjunto de paneles donde se montan, ya sea por el frente, por la parte posterior o en ambos lados, desconectores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otras protecciones, barras conductoras de conexión común y usualmente instrumentos. Los tableros de distribución de fuerza son accesibles generalmente por la parte frontal y la posterior, y no están previstos para ser instalados dentro de gabinetes.

Tensión eléctrica a tierra: En los circuitos puestos a tierra, es la tensión eléctrica entre un conductor dado y aquel punto o el conductor del circuito que es puesto a tierra. En circuitos no puestos a tierra es la mayor diferencia de potencial entre un conductor determinado y otro conductor de referencia del circuito.

Tensión eléctrica (de un circuito): Es el mayor valor eficaz (raíz cuadrática media), de la diferencia de potencial entre dos conductores determinados. Es la mayor diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos cualesquiera de la instalación.

NOTA: Algunos sistemas, como los trifásicos de cuatro hilos, monofásicos de tres hilos y de c.c. de tres hilos, pueden tener varios circuitos a diferentes tensiones eléctricas.

Tensión eléctrica nominal: Valor nominal asignado a un circuito o sistema para la designación de su clase de tensión eléctrica. La tensión eléctrica real a la cual un circuito opera puede variar de la nominal dentro de una gama que permita el funcionamiento satisfactorio de los equipos.

Tubo (conduit): Sistema de canalización diseñado y construido para alojar conductores en instalaciones eléctricas, de forma tubular, sección circular.

Unión: Conexión permanente de partes metálicas, que no lleva corriente normalmente, que forma una trayectoria eléctricamente conductora que asegure la continuidad y capacidad de conducir con seguridad cualquier corriente eléctrica a la que puedan estar sometidas.

Ventilado: Provisto de medios que permiten una circulación de aire suficiente para remover un exceso de calor, humos o vapores.

B. Definiciones generales para instalaciones de tensión eléctrica nominal superior a 600 V

En tanto que las definiciones generales de la Parte A anterior se aplican en todos los casos en que aparecen tales términos a lo largo de esta norma, las que siguen generalmente se aplican en las partes del Artículo que específicamente cubre a las instalaciones y equipos que operan a más de 600 V nominales.

Cortacircuitos: (véase Dispositivos de interrupción).

Cortacircuitos en aceite: (véase Dispositivos de interrupción).

Desconectador de desviación del regulador: (véase Dispositivos de interrupción).

Dispositivo de interrupción: Dispositivo diseñado para cerrar, abrir o cerrar y abrir, uno o más circuitos eléctricos.

Dispositivos de interrupción:

Cortacircuitos: Conjunto formado por un soporte para fusible con portafusible o una cuchilla de desconexión. El portafusible puede incluir un elemento conductor (elemento fusible) o puede actuar como cuchilla de desconexión mediante la inclusión de un elemento no fusible

Cortacircuitos en aceite: Dispositivo en el cual todo o parte de la base del fusible y su elemento fusible o cuchilla de desconexión están totalmente sumergidos en aceite, los contactos y la parte fusible del elemento conductor (elemento fusible) de modo que la interrupción del arco, ya sea por la ruptura del elemento fusible o la apertura de los contactos ocurran dentro del aceite.

Desconectador: Dispositivo capaz de cerrar, conducir e interrumpir corrientes eléctricas nominales especificadas.

Desconectador de desviación del regulador: Dispositivo específico o combinación de dispositivos diseñados para desviar a un regulador de tensión eléctrica.

Desconectador en aceite: Desconectador que tiene contactos que funcionan sumergidos en aceite o en cualquier otro líquido aislante adecuado.

Desconectador separador (de aislamiento): Dispositivo mecánico de desconexión utilizado para aislar a un circuito o equipo de una fuente de energía.

Interruptor de potencia: Dispositivo de interrupción capaz de conectar, conducir e interrumpir corrientes eléctricas bajo condiciones normales del circuito y conectar, conducir por un tiempo especificado e interrumpir corrientes en condiciones anormales especificadas del circuito, tales como las de cortocircuito.

Medios de desconexión: Un dispositivo o conjunto de dispositivos u otros medios en los cuales los conductores del circuito pueden ser desconectados desde su fuente de suministro.

Fusible: Dispositivo de protección contra sobrecorriente con una parte que se funde cuando se calienta por el paso de una sobrecorriente que circule a través de ella e interrumpe el paso de la corriente eléctrica.

NOTA: El fusible comprende todas las partes que forman una unidad capaz de efectuar las funciones descritas y puede ser o no el dispositivo completo requerido para su conexión en el circuito eléctrico.

Fusible accionado electrónicamente: Dispositivo de protección contra sobrecorriente que consiste generalmente de un módulo de control el cual proporciona las características sensoras de corriente eléctrica, características tiempo-corriente electrónicamente derivadas, energía para iniciar el disparo y un módulo de interrupción que interrumpe la corriente eléctrica cuando se produce una sobrecorriente. Estos fusibles pueden operar o no como fusibles tipo limitador, dependiendo del tipo de control seleccionado.

Fusible de potencia con escape controlado: Fusible con medios para controlar la descarga generada por la interrupción del circuito de manera que materiales no sólidos puedan ser expulsados a la atmósfera que lo rodea.

NOTA: Este fusible está diseñado para que la descarga de gases no dañe o incendie el material aislante en la trayectoria de descarga o propague una chispa a/o entre elementos puestos a tierra o las partes conductoras en la trayectoria de la descarga, donde la distancia entre el escape y dichas partes de conducción o aislamiento estén de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Fusible de potencia no ventilado: Fusible que no tiene un medio intencional para el escape a la atmósfera circundante de gases, líquidos o partículas sólidas producidos por el arco durante la interrupción del circuito.

Fusible de potencia ventilado: Fusible que tiene un medio para el escape a la atmósfera circundante de gases, líquidos o partículas sólidas producidas por el arco durante la interrupción del circuito.

Fusible de potencia: (véase Fusible).

Fusible múltiple: Conjunto de dos o más fusibles unipolares.

Unidad fusible de expulsión: Fusible ventilado en el cual el efecto de expulsión de los gases producidos por el arco y el revestimiento del portafusible, extingue el arco, ya sea por sí mismos o con la ayuda de un resorte.

Unidad Fusible de potencia: Unidad fusible ventilada, no ventilada o de ventilación controlada en la cual la extinción del arco se efectúa por su alargamiento a través de un material sólido, granular o líquido, con o sin la ayuda de resorte.

ARTICULO 110 - REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

A. Disposiciones Generales

110-2. Aprobación. En las instalaciones eléctricas a que se refiere la presente NOM 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 NOM.

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.

110-4. Tensiones eléctricas. A lo largo de esta NOM, las tensiones eléctricas consideradas deben ser aquellas a las que funcionan los circuitos. La tensión eléctrica nominal de un equipo eléctrico no debe ser inferior a la tensión eléctrica real del circuito al que está conectado.

Tensión eléctrica nominal. Es el valor asignado a un sistema, parte de un sistema, un equipo o a cualquier otro elemento y al cual se refieren ciertas características de operación o comportamiento de éstos.

Tensión eléctrica nominal del sistema. Es el valor asignado a un sistema eléctrico. Como ejemplos de tensiones normalizadas, se tienen:

120/240 V; 220Y/127 V; 480Y/277 V; 480 V como valores preferentes

2 400 V como de uso restringido

440 V como valor congelado

NOTA: La tensión eléctrica nominal de un sistema es el valor cercano al nivel de tensión al cual opera normalmente el sistema. Debido a contingencias de operación, el sistema opera a niveles de tensión del orden de $\pm 10\%$ de la tensión eléctrica nominal del sistema para la cual los componentes del sistema están diseñados (véase la figura 110-4).

Tensión eléctrica nominal de utilización. Es el valor para determinados equipos de utilización del sistema eléctrico. Los valores de tensión eléctrica de utilización son:

En baja tensión: 115/230 V; 208Y/120 V; 460Y/265 y 460 V; como valores preferentes.

Nota: Véase NMX-J-098-ANCE tensiones normalizadas.

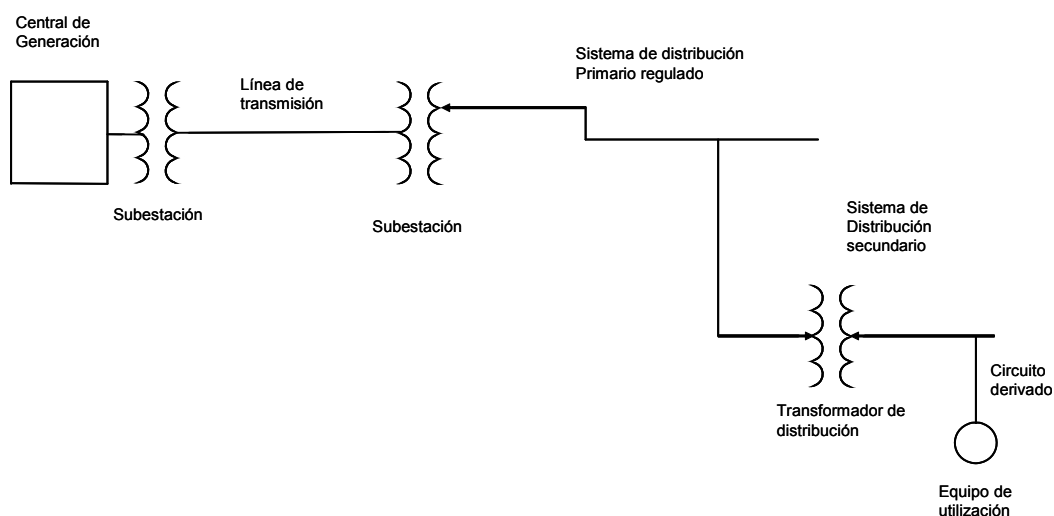


FIGURA 110-4.- Sistema eléctrico típico para la generación, transmisión, distribución y utilización de energía eléctrica

Para otros niveles de tensión eléctrica y para complementar la información referente a tensiones normalizadas, debe consultarse la Norma Mexicana correspondiente.

110-5. Conductores. Los conductores normalmente utilizados para transportar corriente eléctrica deben ser de cobre, a no ser que en esta norma, se indique otra cosa. Si no se especifica el material del conductor, el material y las secciones transversales que se indiquen en esta norma se deben aplicar como si fueran conductores de cobre. Si se utilizan otros materiales, los tamaños nominales deben cambiarse conforme a su equivalente en cobre.

NOTA: Véase 310-14, conductores de aluminio.

110-6 Designación (tamaño) de los conductores. Los tamaños nominales de los conductores se indican como designación y se expresan en mm^2 y opcionalmente su equivalente en AWG (American Wire Gage) o en mil circular mils (kcmil).

110-7. Integridad del aislamiento. Todos los cables deben instalarse de modo que, cuando la instalación esté terminada, el sistema quede libre de cortocircuitos y de conexiones a tierra distintas de las necesarias o permitidas en el Artículo 250.

110-8. Métodos de alambrado. En esta norma sólo se consideran métodos de alambrado reconocidos como adecuados y se permiten en cualquier tipo de edificio o estructura, a menos que en esta norma se indique específicamente lo contrario.

110-9. Corriente de interrupción. Los equipos diseñados para interrumpir el paso de la corriente eléctrica en casos de falla, deben tener un rango de operación suficiente para que a la tensión eléctrica nominal interrumpan la corriente disponible en las terminales de línea del equipo.

Para niveles distintos a los de falla esos equipos deben ser capaces de, a la tensión nominal, interrumpir el paso de la corriente en su rango nominal.

110-10. Impedancia y otras características del circuito. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, la impedancia total, las corrientes de interrupción de los componentes y otras características del circuito que haya que proteger, se deben elegir y coordinar de modo que permitan que los dispositivos para protección del circuito contra fallas, operen sin causar daños a los componentes eléctricos del circuito. Se debe considerar que se presenta la falla entre dos o más de los conductores del circuito o entre cualquier conductor del circuito y el conductor de puesta a tierra o la canalización metálica que lo rodea.

110-11. Agentes deteriorantes. No se deben instalar conductores o equipos en locales húmedos o mojados; ni donde estén expuestos a gases, humos, vapores, líquidos u otros agentes que puedan tener un efecto deteriorante sobre los conductores o equipos; ni expuestos a temperaturas excesivas, a menos que estén identificados para usarlos en entornos operativos con estas características.

NOTA 1: Respecto a la protección contra la corrosión, véase 300-6.

NOTA 2: Algunos limpiadores y lubricantes pueden causar grave deterioro de muchos materiales plásticos utilizados en aplicaciones de aislamiento y estructurales en los equipos.

Los equipos aprobados conforme con lo establecido en 110-2 para su uso en lugares secos sólo se deben proteger contra daños permanentes por la intemperie durante la construcción del edificio.

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, carcasas o cajas de los equipos, se deben cerrar eficazmente para que ofrezcan una protección sustancialmente equivalente a la pared del equipo.

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

Nota: Por ejemplo, para bóvedas y registros, ver 923-3(f).

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.

110-13. 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) Conectores de compresión separables. Los conectores de compresión separables deben utilizarse con conductores cuya capacidad de conducción de corriente no exceda la capacidad de conducción de corriente del conector a la temperatura nominal.

NOTA: De acuerdo con lo indicado en 110-14(c)(1) y (c)(2), la información que aparezca en el equipo puede restringir adicionalmente la sección transversal nominal y la temperatura de operación de los conductores conectados.

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 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 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 desconectores 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 710.

110-17. 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.

NOTA: Para los motores, véase 430-132 y 430-133. Para más de 600 V, véase 110-34.

110-18. Partes que puedan formar arcos eléctricos. Las partes del equipo eléctrico que en su funcionamiento normal puedan producir arcos, chispas, flamas o metal fundido, deben encerrarse o separar y aislar de cualquier material combustible.

NOTA: Para áreas peligrosas (clasificadas), véanse los Artículos 500 a 517. Para los motores, véase 430-14.

110-19. Alumbrado y fuerza tomados de conductores para grúas o transportes eléctricos. Los circuitos de fuerza y los de alumbrado no deben conectarse a cualquier sistema que contenga cables para troles con retorno a tierra.

Excepción: Patios de ferrocarril, subestaciones, o estaciones de pasajeros y carga, que funcionen en conexión con los ferrocarriles eléctricos.

110-21. Marcado (aplicado a información). En todo equipo eléctrico debe colocarse el nombre del fabricante, la marca comercial u otra descripción mediante la cual se pueda identificar a la empresa responsable del producto. Debe tener otras marcas que indiquen la tensión eléctrica, la corriente eléctrica, potencia u otras características nominales, tal como se especifica en otras Secciones de esta norma o en las normas específicas de los productos conforme con lo establecido en 110-2. La identificación debe ser de duración suficiente para que soporte las condiciones ambientales involucradas

110-22. Identificación de los medios de desconexión. Cada uno de los medios de desconexión requeridos por esta NOM para motores y aparatos electrodomésticos y cada una de las acometidas, circuitos alimentadores o circuitos derivados en su punto de origen, debe marcarse para indicar su propósito, a no ser que esté situado e instalado de modo que ese propósito sea evidente. El marcado debe ser legible, permanente y resistente para que soporte las condiciones ambientales involucradas.

Quando los interruptores automáticos o los fusibles se instalen conforme a los valores nominales para Combinación en serie (sistema en cascada), marcados en el equipo por el fabricante, la envolvente del equipo debe marcarse adicionalmente en el campo, para indicar que el equipo ha sido aplicado con el valor nominal

de combinación en serie. El marcado debe ser fácilmente visible claramente y debe incluir la información siguiente:

ADVERTENCIA: "SISTEMA COMBINADO EN SERIE (SISTEMA EN CASCADA)"
CORRIENTE NOMINAL A
EMPLLEAR SOLO REPUESTOS QUE CUMPLAN CON LA ESPECIFICACION REQUERIDA
PARA ESTE SISTEMA

NOTA: Véase 240-83(c) para el marcado de la corriente de interrupción de los equipos de utilización.

B. Más de 600 V nominales

110-30. General. Los conductores y equipo usados en circuitos de más de 600 V nominales deben cumplir todas las disposiciones aplicables de las anteriores secciones de este Artículo y de las siguientes secciones, que complementan o modifican a las anteriores. En ningún caso se aplican las disposiciones de esta parte a equipo situado antes del punto de acometida.

110-31. Envoltente de las instalaciones eléctricas. Las instalaciones eléctricas en bóvedas, en cuartos o en armarios o en una zona rodeada por una pared, mampara o cerca, cuyo acceso esté controlado por cerradura y llave u otro medio, deben ser accesibles únicamente a personas calificadas. El tipo de envoltente utilizada en un caso dado debe diseñarse y construirse según la naturaleza y grado del riesgo o riesgos inherentes a la instalación.

Debe utilizarse una pared, mampara o cerca que rodee una instalación eléctrica a la intemperie para disuadir de su acceso a personas no calificadas. La cerca no debe ser de menos de 2,15 m de alto o una combinación de cerca de 1,80 m o más y 30 cm más de prolongación, con tres o más cables de alambre de púas o equivalente.

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

a) Instalaciones interiores

1) En lugares accesibles a personas no calificadas. Las instalaciones eléctricas interiores que estén abiertas a personal no calificado deben estar hechas con equipo en envoltentes metálicas o deben estar encerradas en una bóveda o en una zona cuyo acceso esté controlado por una cerradura. Deben marcarse con los símbolos de precaución adecuados los tableros en gabinetes metálicos, las subestaciones unitarias, transformadores, medios de desconexión, cajas de conexión y equipo similar. Las aberturas de ventilación de transformadores de tipo seco o aberturas similares en otro equipo deben estar diseñadas de manera que los objetos extraños que penetren a través de esas aberturas sean desviados de las partes energizadas.

2) En lugares accesibles sólo a personas calificadas. Las instalaciones eléctricas interiores consideradas accesibles sólo a personas calificadas, según esta Sección, deben cumplir lo establecido en 110-34, 110-36 y 710-24.

b) Instalaciones a la intemperie

1) En lugares accesibles a personas no calificadas. Las instalaciones eléctricas a la intemperie que estén abiertas a personas no calificadas deben cumplir con lo establecido en el Artículo 225.

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

2) En lugares accesibles sólo a personas calificadas. Las instalaciones eléctricas a la intemperie consideradas accesibles sólo a personas calificadas, según el primer párrafo de esta Sección, deben cumplir lo establecido en 110-34, 110-36 y 710-24.

c) Equipo en envoltentes metálicas accesibles a personal no calificado

Las aberturas de ventilación de transformadores de tipo seco o aberturas similares en otros equipos, deben estar diseñadas de manera que los objetos extraños que penetren a través de esas aberturas sean desviados de las partes electrificadas. Si están expuestos a daño físico debido al tráfico de vehículos, deben instalarse protectores adecuados. El equipo en envoltentes metálicas situado a la intemperie y accesible al público en general debe estar diseñado de modo que los pernos o tuercas visibles no se puedan quitar fácilmente, permitiendo el acceso a partes vivas. Cuando un equipo en envoltente metálica sea accesible al público en general y la parte inferior del envoltente está a menos de 2,4 m por encima del suelo o del nivel de

la calle, la puerta o la tapa embisagrada del envolvente debe estar cerrada con llave o atornillada o por otro medio. Las puertas y tapas de las envolventes usadas únicamente como cajas de desconexión, de empalme o de unión, deben estar cerradas, clavadas o atornilladas.

Debe considerarse que cumplen este requisito las tapas de cajas subterráneas que sean mayores de 45 kg.

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.

3. 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 conmutadores 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 desconectores, 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 desconectores 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.

Quando 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 700-17.

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)

110-36. Conductores de los circuitos. Los conductores de circuito como cable con cubierta metálica, como cables desnudos, cable y barras colectoras, o como cables tipo MV o conductores como los indicados en 710-4 y 710-6; pueden instalarse en canalizaciones, en soportes tipo charola para cables. Los conductores desnudos energizados, deben cumplir lo establecido en 710-24.

Quando se utilicen aisladores como soportes para alambres, cables monoconductores o barras, así como sus accesorios de soporte y sujeción, deben soportar, sin sufrir daño, la fuerza magnética máxima que pueda surgir en el caso de que dos o más conductores de un circuito estén sometidos a corriente eléctrica de corto circuito.

Las instalaciones expuestas de alambres y cables aislados, que tengan cubierta de plomo, desnuda o con malla trenzada exterior, deben instalarse soportados de forma que se evite daño físico a la cubierta o a la malla. Los soportes para cables con cubierta de plomo deben estar diseñados de forma que no produzcan corrosión electrolítica de la cubierta.

110-40. Límites de temperatura en las terminales. Se permite que la capacidad de conducción de corriente de los conductores sea calculada de acuerdo con lo indicado en las Tablas 310-67 a 310-86, tomando como base que terminan en dispositivos clasificados a 90°C, a menos que otra cosa se especifique.

4.2 ALAMBRADO Y PROTECCION**CAPITULO 2****ARTICULO 200-USO E IDENTIFICACION DE LOS CONDUCTORES PUESTOS A TIERRA**

200-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos para:

- (1) identificación de las terminales;
- (2) conductores puestos a tierra en el sistema de alambrado de usuarios; y
- (3) identificación de los conductores puestos a tierra.

NOTA: Para definiciones de Conductor puesto a tierra y Conductor de puesta a tierra, véase el Artículo 100.

200-2. General. Los sistemas de alambrado de usuarios deben tener un conductor puesto a tierra que se identifique según 200-6.

Excepción: Los circuitos e instalaciones exentos o prohibidos por las excepciones de 210-10, 215-7, 250-3, 250-5, 250-7, 503-13, 517-63, 668-11, 668-21 y 690-41.

Cuando el conductor puesto a tierra esté aislado, el material del aislamiento debe ser:

- (1) adecuado y de color diferente a cualquier conductor no puesto a tierra del mismo circuito en circuitos de menos de 1 000 V o sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia, de 1 kV y más, o
- (2) de una clasificación no inferior a 600 V para sistemas con neutro conectado sólidamente a tierra, de 1 kV y más, tal como se describen en 250-152(a).

200-3. Conexión a sistemas puestos a tierra. Los sistemas de alambrado de usuarios no deben conectarse eléctricamente a la red de suministro, a no ser que esta última contenga, para cualquier conductor puesto a tierra de la instalación interior, un correspondiente conductor puesto a tierra.

Para los fines de esta Sección, conectado eléctricamente quiere decir conectado de modo que sea capaz de transportar corriente, a diferencia de la conexión mediante inducción electromagnética.

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, tal como se permite en 690-31, debe identificarse en el momento de la instalación mediante una clara marca blanca en todos sus extremos.

Los cables para artefactos se identifican como se indica en la Sección 402-8.

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 en 400-22.

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).

200-9. Medios de identificación de las terminales. La identificación de las terminales a las que va conectado el conductor puesto a tierra debe ser fundamentalmente de color blanco. La identificación de las demás terminales debe ser de un color distinto del blanco.

Excepción: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación sólo es atendida por personas calificadas, se permite que las terminales de los conductores puestos a tierra estén identificadas permanentemente en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una clara marca blanca u otro medio igualmente eficaz.

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".

NOTA: Véase 250-119, identificación de las terminales de conexión de los conductores de puesta a tierra de equipos.

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

A. Disposiciones generales

210-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos para los circuitos derivados, excepto aquellos que alimenten únicamente motores, los cuales se cubren en el Artículo 430. Las disposiciones de este Artículo y del 430 se aplican a los circuitos derivados con cargas combinadas.

Excepción: Los circuitos derivados para celdas electrolíticas, tal como se describen en 668-3(c), Excepciones 1 y 4.

210-2. Otros Artículos para circuitos derivados con propósitos específicos. Los circuitos derivados deben cumplir este Artículo y también las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta NOM. Las disposiciones de los circuitos derivados que alimentan equipos de la siguiente lista, modifican o complementan las disposiciones de este Artículo y deben aplicarse a los circuitos derivados referidos en las mismas:

Concepto	Artículo	Sección
Anuncios luminosos y alumbrado de realce		600-6
Ductos con barras (electroductos)		364-9
Casas móviles, casas prefabricadas y sus estacionamientos	550	
Circuitos y equipos que funcionan a menos de 50 V	720	
Circuitos de control remoto, señales y con limitación de corriente de Clase 1, Clase 2 y Clase 3	725	
Equipos de procesamiento de datos y de cómputo electrónico		645-5
Distribución en circuito cerrado y de corriente programada	780	
Elevadores, montacargas, escaleras y pasillos móviles, escaleras y elevadores para sillas de ruedas		620-61
Equipo de aire acondicionado y refrigeración		440-6 440-31 440-32
Equipo de calefacción central, excepto de calefacción central eléctrica fija		422-7
Equipo de calefacción central eléctrica fija		424-3
Equipo de calefacción industrial por lámparas de infrarrojos		422-15 424-3
Equipo de calentamiento por inducción y por pérdidas dieléctricas	665	
Equipo eléctrico exterior fijo de deshielo y fusión de la nieve		426-4
Equipo de grabación de sonido y similares		640-6
Equipo de rayos X		660-2 517-73
Estudios de cine, televisión y lugares similares	530	
Grúas y polipastos		610-42
Máquinas de soldar eléctricas	630	
Marinas y muelles de yates		555-4
Motores, circuitos de motores y sus controladores	430	
Organos tubulares		650-6
Sistemas de alarma contra incendios	760	
Tableros de distribución y tableros de alumbrado y control		384-32
Teatros, zonas de espectadores en estudios cinematográficos y de televisión y locales similares		520-41 520-52 520-62
Vehículos recreativos y estacionamientos de vehículos recreativos	551	

210-3. Clasificación. Los circuitos derivados de los que trata este Artículo deben clasificarse según la capacidad de conducción de corriente máxima, o según el valor de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente. La clasificación de los circuitos derivados que no sean individuales debe ser de 15, 20, 30, 40

y 50 A. Cuando se usen por cualquier razón conductores de mayor capacidad de conducción de corriente, la clasificación del circuito debe estar determinada por la capacidad nominal o por el valor de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente.

Excepción: Está permitido que los circuitos derivados con varios receptáculos de más de 50 A, suministren electricidad a cargas que no sean para alumbrado en instalaciones industriales, donde el mantenimiento y la supervisión permitan que los equipos sean revisados exclusivamente por personas calificadas.

210-4. Circuitos derivados multiconductores

a) General. Se permite el uso de circuitos derivados multiconductores como circuitos derivados reconocidos en este Artículo. Se puede considerar un circuito derivado multiconductor como varios circuitos. Todos los conductores deben originarse en el mismo tablero de alumbrado y control.

NOTA: Una instalación tres fases cuatro conductores de un sistema conectado en estrella, utilizada para suministrar energía eléctrica a cargas no lineales, puede requerir que el sistema esté diseñado para permitir altas corrientes armónicas en el neutro.

b) Unidades de vivienda. En las unidades de vivienda, un circuito derivado multiconductor que suministre electricidad a más de un dispositivo o equipo en la misma salida, debe estar provisto con un medio para desconectar simultáneamente todos los conductores de fase en el panel de alumbrado y control de donde se origine el circuito derivado.

c) Carga de línea a neutro. Los circuitos derivados multiconductores sólo deben suministrar cargas de línea a neutro.

Excepción 1: Un circuito derivado multiconductor que suministre corriente eléctrica sólo a un equipo de utilización.

Excepción 2: Cuando todos los conductores de fase del circuito derivado multiconductor se abran simultáneamente por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado.

NOTA: Véase 300-13(b) para la continuidad de los conductores puestos a tierra en circuitos multiconductores.

d) Identificación de los conductores no puestos a tierra. Cuando haya en un edificio más de un sistema de tensión eléctrica, cada conductor de fase de cada sistema debe estar identificado por fase y por sistema.

El medio de identificación debe colocarse permanentemente en cada panel de alumbrado y control de cada circuito derivado.

NOTA: El medio de identificación de cada conductor de fase del sistema, siempre que sea accesible, puede ser a través de un código de colores independiente, cinta de marcar, etiqueta u otro medio eficaz. En cuanto a las marcas de los circuitos activos, véanse 215-8, 230-56 y 384-3(e).

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.

Excepción: Lo permitido en las Excepciones 1 y 4 de 250-57(b), y en las Excepciones 1 y 2 de 310-12(b).

210-6. Limitaciones de tensión de los circuitos derivados

a) Limitaciones por razón de la ocupación. En las unidades de vivienda y en las habitaciones de huéspedes de los hoteles, moteles y locales similares, la tensión eléctrica no debe superar 127 V nominales entre los conductores que suministren corriente eléctrica a las terminales de:

- 1) Elementos de alumbrado.
- 2) Cargas de 1 440 VA nominales o menos o de menos de 187 W ($\frac{1}{4}$ CP), conectadas con cordón y clavija.

b) De 127 V entre conductores. Está permitido que los circuitos que no superen 127 V nominales entre conductores suministren corriente eléctrica a:

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

c) De 277 V a tierra. Está permitido que los circuitos que superen 127 V nominales entre conductores sin superar 277 V nominales a tierra, suministren corriente eléctrica a:

- 1) Luminarios tipo de descarga eléctrica, debidamente aprobadas.
- 2) Luminarios tipo incandescente aprobadas, provistas de casquillo roscado, alimentadas de un autotransformador que forme parte integral de la unidad y la terminal roscada externa esté eléctricamente conectada al conductor puesto a tierra del circuito derivado.
- 3) Equipo de alumbrado equipado con casquillos roscados de base mogul.
- 4) Los casquillos distintos a los roscados, dentro de su tensión eléctrica nominal.
- 5) Equipo auxiliar de lámparas de descarga.
- 6) Equipo de utilización conectado con cordón y clavija o permanentemente.

d) De 600 V entre conductores. Está permitido que los circuitos que excedan 277 V nominales a tierra y no excedan 600 V nominales entre conductores, suministren energía a:

- 1) Equipo auxiliar de lámparas de descarga montadas en elementos de instalación permanente, cuando esos elementos estén montados de acuerdo con alguno de los siguientes métodos:
 - a. A no menos de 6,7 m de altura en postes o estructuras similares para el alumbrado de exteriores, como autopistas, carreteras, puentes, campos deportivos o estacionamientos.
 - b. A no menos de 5,5 m de altura en otras estructuras, como túneles.
- 2) Equipo de utilización conectado permanentemente o con cordón y clavija.

NOTA: Véanse en 410-78, limitaciones para equipo auxiliar.

Excepción 1 a los anteriores Incisos (b), (c) y (d): Los casquillos de lámparas infrarrojas para calefacción industrial, como se establece en 422-15(c).

Excepción 2 a los anteriores Incisos (b), (c) y (d): En instalaciones ferroviarias, como se describe en 110-19.

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 conectores 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 conectores para cordones deben ser puestos a tierra conectándolos al conductor de puesta a tierra del circuito que alimenta al receptáculo o al conector 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 conector de cordón.

NOTA 1: En 250-91(b) se describen medios aceptables de puesta a tierra.

NOTA 2: Para las ampliaciones de los circuitos derivados existentes, véase 250-50.

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.

NOTA: En 250-45 se establecen los equipos conectados con cordón y clavija que deben llevar 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

NOTA: Véase en 215-9 la protección mediante interruptores con protección de falla a tierra en los circuitos alimentadores.

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.

Excepción 1: Los receptáculos que no sean fácilmente accesibles.

Excepción 2: Un receptáculo sencillo o doble para dos aparatos electrodomésticos, situado dentro de un espacio especial para cada aparato electrodoméstico que en uso normal no se desplace fácilmente de un lugar a otro y que vaya conectado con un cordón con clavija, según 400-7(a)(6), (7) u (8).

Se considera que los receptáculos instalados bajo las excepciones de 210-8(a)(2), no cumplen los requisitos indicados en 210-52(d).

3) En exteriores.

Excepción: Está permitido instalar receptáculos que no sean fácilmente accesibles y estén alimentados desde un circuito derivado especial para equipos de deshielo o fusión de nieve, según establece el Artículo 426, sin protección para las personas mediante interruptor con protección de circuitos por falla a tierra.

4) Las galerías donde sólo se puede circular a gatas, cuando estén al nivel del piso o inferiores.

5) 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.

Excepción 1: Los receptáculos que no estén fácilmente accesibles.

Excepción 2: Un receptáculo sencillo o doble para dos aparatos electrodomésticos, situado dentro de un espacio especial para cada aparato electrodoméstico, que en uso normal no se desplace fácilmente de un lugar a otro y que vaya conectado con un cordón con clavija, según se indica en 400-7(a)(6), 400-7(a)(7) o 400-7(a)(8).

Se considera que los receptáculos instalados bajo las excepciones de 210-8(a)(5), no cumplen los requisitos indicados en 210-52(d).

6) Cocinas. Cuando los receptáculos estén instalados en la superficie del mueble de cocina.

7) 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.

8) Construcciones flotantes. Ver definición en 553-2.

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.

210-9. Circuitos en derivación de autotransformadores. Los circuitos derivados no deben partir de autotransformadores, a no ser que el circuito tenga un conductor que esté conectado eléctricamente a un conductor puesto a tierra de la instalación de suministro del autotransformador.

Excepción 1: Se permite un autotransformador que prolongue o añada un circuito derivado para una carga sin conexión a un conductor similar de puesta a tierra, cuando transforme de 208 V a 240 V nominales o de 240 V a 208 V.

Excepción 2: En edificios industriales en los que se asegure que el mantenimiento y supervisión de las instalaciones deben hacerse sólo por personas calificadas, se permiten autotransformadores que suministren energía a cargas en 600 V nominales a partir de sistemas de 480 V y a cargas en 480 V a partir de sistemas de 600 V nominales, sin la conexión a un conductor similar puesto a tierra.

210-10. Conductores de fase derivados a sistemas puestos a tierra. Se permite la existencia de circuitos de c.c. de dos conductores y de c.a. de dos conductores o multiconductores sin conexión a tierra, derivados de los conductores sin conexión a tierra de circuitos que tengan un conductor neutro puesto a tierra. Los dispositivos de interrupción de cada circuito derivado, deben tener un polo en cada conductor sin conexión a tierra. Todos los polos de los distintos dispositivos de desconexión deben poder conmutar manualmente cuando dichos dispositivos sirvan también como medios de desconexión, tal como se exige en 410-48 para portalámparas conmutados de dos polos; en 410-54(b) para dispositivos de interrupción de equipo auxiliar de lámparas de descarga; en 422-21(b) para aparatos electrodomésticos; en 424-20 para sistemas de calefacción eléctrica fijos; en 426-51 para equipos eléctricos de deshielo y fusión de la nieve; en 430-85 para controladores de motores y en 430-103 para motores.

B. Clasificación de los circuitos derivados

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).

NOTA 1: Para la clasificación de los conductores por su capacidad de conducción de corriente, véase 310-15.

NOTA 2: Para la capacidad de conducción de corriente mínima de los conductores de los circuitos derivados de motores, véase la parte B del Artículo 430.

NOTA 3: Para las limitaciones de temperatura de los conductores, véase 310-10.

NOTA 4: 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 215-2.

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 como se indica en 410-67.

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 de deshielo.

Excepción 2: Los cables y cordones para artefactos, como están permitidos en 240-4.

210-20. Protección contra sobrecorriente. Los conductores de circuitos derivados y equipos deben estar protegidos mediante dispositivos de protección contra sobrecorriente con una capacidad nominal o ajuste:

- (1) que no exceda la especificada en la Sección 240-3 para los conductores,
 (2) que no exceda a la especificada en los Artículos aplicables de la Sección 240-2 para equipo y
 (3) lo establecido para dispositivos de salida en 210-21.

Excepción 1: Está permitido que los conductores en derivación permitidos en 210-19(c) estén protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado.

Excepción 2: Los cables y cordones de artefactos, como están permitidos en 240-4.

NOTA: Para protección contra sobrecorriente, véase 240-1. Para cargas continuas, véanse 210-22 y 220-3.

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 1: Si está instalado según se indica en 430-81(c).

Excepción 2: 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.

Excepción: Se permite que los receptáculos instalados exclusivamente para usar una o más máquinas de soldar por arco conectadas con cordón y clavija, tenga una capacidad nominal no inferior a la capacidad de conducción de corriente mínima de los conductores del circuito derivado, tal como se permite en 630-11(a) o (b) para las máquinas de soldar por arco con transformador de c.a. y rectificador de c.c., y en 630-21(a) o (b) para las máquinas de soldar por arco accionadas por motor-generador.

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 220-19.

TABLA 210-21 (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 210-22 (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 balastos, 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 220-19, 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 conector 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 el 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 0 127 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 controlado 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.

c) **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-ALIMENTADORES

215-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos de instalación, de la capacidad de conducción de corriente y tamaño nominal mínimo de los conductores, para los alimentadores que suministran energía a las cargas de los circuitos derivados, calculadas según el Artículo 220.

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

215-2. Capacidad nominal y tamaño mínimos 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 $\pm 3\%$ 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 210-19(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.

215-8. Medios para identificar el conductor con mayor tensión eléctrica a tierra. En circuitos de cuatro conductores, con el secundario conectado en delta, en los que el punto medio del devanado de una fase esté puesto a tierra para suministrar energía a cargas de alumbrado y similares, debe identificarse el conductor con mayor tensión eléctrica a tierra mediante un acabado externo de color naranja, una etiqueta u otro medio eficaz. Dicha identificación debe situarse en todos los puntos en los que se haga una conexión, si el conductor puesto a tierra está presente.

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 210-8 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 210-8 y en el Artículo 305.

215-10. Protección de equipos contra fallas a tierra. Todos los alimentadores con una corriente eléctrica de desconexión de 1 000 A o más, en un sistema conectado en estrella y sólidamente conectado a tierra con una tensión eléctrica a tierra de más de 150 V, pero que no supere 600 V entre fases, deben estar dotados de equipo de protección contra fallas a tierra de acuerdo con las disposiciones de la sección 230-95.

Excepción: No es necesaria la protección de los equipos contra fallas a tierra cuando exista la misma protección en el alimentador.

215-11. Circuitos derivados de autotransformadores. Los alimentadores no deben derivarse de autotransformadores, a menos que el sistema alimentado tenga un conductor que esté conectado eléctricamente a un conductor puesto a tierra de la instalación de suministro del autotransformador.

Excepción 1: Se permite un autotransformador que prolongue o añada un alimentador para una carga sin conexión a un conductor similar de tierra, cuando transforme energía de 208 V a 240 V nominales o de 240 V a 208 V.

Excepción 2: En edificios industriales donde se asegure que el mantenimiento y la supervisión de las instalaciones deben hacerse sólo por personal calificado, se permiten transformadores que suministren energía a cargas de 600 V nominales a partir de sistemas de 480 V, y a cargas de 480 V a partir de sistemas de 600 V nominales, sin conexión con un conductor similar puesto a tierra.

ARTICULO 220-CALCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS, ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS

A. Disposiciones generales

220-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos para determinar el número de circuitos derivados necesarios y calcular las cargas de los circuitos derivados, de los alimentadores y de las acometidas.

Excepción: Cálculos del alimentador y circuitos derivados para celdas electrolíticas, de los que se trata en 668-3(c), Excepciones 1 y 4.

220-2. Tensiones eléctricas. Si no se especifican otras tensiones eléctricas, para el cálculo de cargas del alimentador y de los derivados, deben aplicarse las tensiones eléctricas nominales de 120 V, 127 V, 120/240 V, 220Y/127 V, 208Y/120 V, 220 V, 440 V, 460 V, 480Y/277 V, 480 V, 600Y/347 V y 600 V.

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/m^2 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/m ²)
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
Iglesias	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 220-19.

Excepción 3: Por cada 305 mm de escarapate, 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 210-22.

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/m², el sistema de alumbrado 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.

B. Alimentadores y acometidas**220-10. 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 210-22(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 220-16.

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 bloques de apartamentos sin cocina*	Primeros 20 000 o menos	50
	De 20 001 a 100 000	40
	A partir de 1 00000	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.

220-13. 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 220-13.- 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

220-14. Motores. Las cargas de motores deben calcularse según se indica en 430-24, 430-25 y 430-26.

220-15. 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.

220-16. 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 subdivide 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.

220-17. 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

220-19. 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 220-19.- 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 A (no más de 12 kW nominales) (kW)	Columna B (menos de 3 ½ kW nominales) (por ciento)	Columna C (de 3 ½ a 8 3/8 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 220-16.

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.

D. Método de cálculo de cargas en instalaciones agrícolas

220-40. Instalaciones agrícolas: edificios y otras cargas

a) Unidades de vivienda. La carga del alimentador o de la acometida de una vivienda en una granja, se debe calcular según lo establecido en la Parte B o C de este Artículo. Si la vivienda tiene calefacción eléctrica y la granja tiene instalaciones eléctricas para el secado del grano, no se debe aplicar la parte C de este Artículo para calcular la carga de la vivienda.

b) Edificios no residenciales. Para cada edificio de la granja o carga alimentada por dos o más circuitos derivados, la carga de los conductores del alimentador, de entrada de acometida y del equipo de la acometida se debe calcular como mínimo según los factores de demanda de la Tabla 220-40.

TABLA 220-40.- Método para calcular las cargas de instalaciones agrícolas que no sean unidades de vivienda

Carga en amperes, a 240 V máximo	Factor de demanda (%)
- Cargas que se espera funcionen sin diversidad, pero a no menos del 125% de la corriente a plena carga del motor más grande y no menor que los primeros 60 A de carga.	100
- Sigüientes 60 A de todas las demás cargas	50
- Resto de las demás cargas	25

220-41. Cargas en instalaciones agrícolas: carga total. La carga total de los conductores de entrada de acometida y del equipo de la acometida de las instalaciones agrícolas, se debe calcular según la carga de la unidad de vivienda de la instalación agrícola y de los factores de demanda especificados en la Tabla 220-41. Cuando haya equipos en dos o más edificios de la instalación agrícola o cargas que tengan la misma función, dichas cargas se deben calcular según la Tabla 220-40 y se permite combinarlas como una sola carga en la Tabla 220-41 para calcular la carga total.

NOTA: Respecto de los conductores aéreos desde un poste a un edificio u otra estructura, véase 230-21.

TABLA 220-41.- Método de cálculo de la carga total de una instalación agrícola

Cargas individuales calculadas según la Tabla 220-40	Factor de demanda (%)
Carga máxima en magnitud	100
Segunda carga en magnitud	75
Tercera carga en magnitud	65

Cargas restantes	50
<p>NOTA: A esta carga total se suma la carga de la unidad de vivienda calculada según las partes B o C de este Artículo. Si la unidad de vivienda tiene calefacción eléctrica y la instalación tiene sistemas de secado eléctrico de grano, no se debe aplicar la parte C de este Artículo para calcular la carga de la vivienda.</p>	

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.

225-2. Otros Artículos. La aplicación de otros Artículos, incluyendo requisitos adicionales para casos específicos de equipo y conductores, es como se indica a continuación:

	Artículo
Acometidas	230
Alambrado soportado por un mensajero	321
Alambrado visible sobre aisladores	320
Albercas, fuentes e instalaciones similares	680
Alimentadores	215
Anuncios luminosos y alumbrado de realce	600
Antenas de televisión comunitarias y sistemas de distribución de radio	820
Areas peligrosas (clasificadas)	500
Areas peligrosas (clasificadas) específicas	510
Circuitos de comunicación	800
Circuitos Clase I, Clase II y Clase III para control remoto, señalización y de potencia limitada	725
Circuitos derivados	210
Conductores para alambrado en general	310
Construcciones flotantes	553
Equipo eléctrico fijo exteriores para descongelar y derretir nieve	426
Equipos de radio y televisión	810
Instalaciones con tensiones eléctricas nominales mayores de 600 V	710
Máquinas de riego operadas o controladas eléctricamente	675
Marinas y muelles	555
Protección contra sobrecorriente	240
Puesta a tierra	250
Sistemas de señalización para protección contra incendios	760
Sistemas solares fotovoltaicos	690
Uso e identificación de los conductores puestos a tierra	200

225-3. Cálculo de cargas

a) Circuitos derivados. La carga de un circuito derivado exterior debe ser determinada de acuerdo a lo establecido en 220-3.

b) Circuitos alimentadores. La carga de un circuito alimentador debe ser la determinada de acuerdo a lo establecido en la parte B del Artículo 220.

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.

225-5. Tamaño nominal de los conductores. La capacidad de los conductores de conducir la corriente en los circuitos alimentadores y derivados, exteriores, debe cumplir lo establecido en 310-15 basándose en las cargas determinadas según se indica en 220-3 y en la parte B del Artículo 220.

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.

c) 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 210-20.

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.

225-12. 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.

225-13. 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.

225-14. 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

225-15. Soportes sobre edificios. Los soportes sobre edificios deben cumplir lo establecido en 230-29.

225-16. Punto de fijación al edificio. El punto de fijación al edificio debe cumplir lo establecido en 230-26.

225-17. Medios de fijación al edificio. Los medios de fijación al edificio deben cumplir lo establecido en 230-27.

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.

225-19. 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 techado se debe mantener a una distancia no inferior a 1 m del borde del techado en todas las direcciones.

Excepción 1: La zona por encima de la superficie de un techado por la que pueda haber tráfico de peatones o de vehículos, debe estar a una distancia vertical desde la superficie del techado según las distancias establecidas en 225-18.

Excepción 2: Cuando la tensión eléctrica entre conductores no supere 300 V y el techado 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 techado 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 techado y **(2)** terminan en una canalización que atravesase el techado o en un apoyo aprobado.

Excepción 4: El requisito de mantener una distancia vertical de 1 m desde el borde del techado, 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.

225-23. Circuitos subterráneos. Los circuitos subterráneos deben cumplir los requisitos indicados en 300-5.

225-24. Portalámparas exteriores. Cuando haya portalámparas exteriores colgantes, las conexiones a los cables del circuito deben estar escalonadas. Cuando esos portalámparas tengan terminales de un tipo que perfora el aislamiento y haga contacto con los conductores, se deben conectar únicamente a conductores de tipo trenzado.

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 230-ACOMETIDAS

230-1. Alcance. Este Artículo cubre a los conductores y equipos de acometida, dispositivos para el control, medición y protección de las acometidas así como de los requisitos para su instalación.

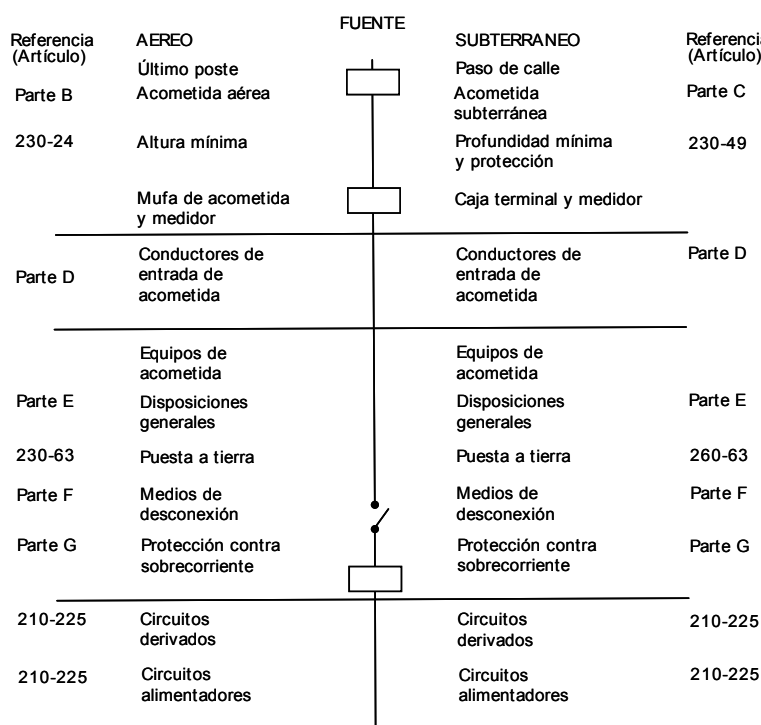


FIGURA 230-1.- Acometidas

A. Disposiciones generales

230-2. Número de acometidas

a) **Número.** Un edificio u otra estructura a la que se suministre energía eléctrica debe tener sólo una acometida.

Excepción 1: Cuando se requiera una acometida independiente para bombas contra incendios.

Excepción 2: Para sistemas eléctricos de emergencia, de reserva legalmente obligatorios, de reserva opcionales o sistemas generadores en paralelo, que requieran una acometida independiente.

Excepción 3: En edificios con ocupación múltiple. Por permiso especial, en edificios con ocupación múltiple cuando no haya espacio suficiente para equipo de acometida accesible a todos ellos.

Excepción 4: Por capacidad. Se permiten dos o más acometidas:

a. Cuando se requiera una capacidad de más de 2 000 A, a una tensión eléctrica de alimentación de 600 V o menos; o

b. Cuando los requisitos de carga de una instalación monofásica sean superiores a los que la compañía eléctrica suministra normalmente a través de una sola acometida, o

c. Por permiso especial.

Excepción 5: Edificios de gran superficie. Por permiso especial, en un solo edificio u otra estructura suficientemente grande como para necesitar dos o más acometidas.

Excepción 6: Para distintas características, por ejemplo distintas tensiones eléctricas, frecuencias o fases o para distintos usos, por ejemplo distintas tarifas.

Excepción 7: Exclusivamente para lo establecido en 230-40, Excepción 2, los grupos de conductores subterráneos de tamaño nominal de $53,5 \text{ mm}^2$ (1/0 AWG) o mayor y que se encuentren interconectados en el lado de la alimentación, no en el de la carga.

Excepción 8: Las partes de un edificio que tengan entrada independiente por la calle y que no se comuniquen interiormente con el resto del edificio, pueden considerarse edificios separados, y por lo tanto, abastecerse con diferentes acometidas.

b) Identificación. Cuando un edificio o estructura esté alimentado por más de una acometida o por una combinación de circuitos derivados, alimentadores y acometidas, se debe instalar una placa o un directorio permanente en cada lugar de conexión de acometida, identificando todas las demás acometidas, los alimentadores y los circuitos derivados que alimenten al inmueble o estructura y el área cubierta por cada uno de ellos. Véase 225-8(d).

230-3. Un edificio u otra estructura no debe estar alimentado desde otro. Los conductores de acometida de un edificio u otra estructura no deben pasar a través del interior de otro edificio o estructura.

230-6. Conductores considerados fuera del edificio. Se debe considerar que los conductores están fuera de un inmueble u otra estructura en cualquiera de las siguientes circunstancias:

- (1) si están instalados no menos de 50 mm de concreto por debajo del inmueble u otra estructura;
- (2) si están instalados en un edificio u otra estructura en una canalización empotrada no menos de 50 mm de concreto o tabique, o
- (3) si están instalados en una bóveda de transformadores que cumpla los requisitos del Artículo 450, Parte C.

230-7. Otros conductores en canalizaciones o cables. Los conductores que no sean los de acometida no se deben instalar en la misma canalización ni en el cable que los de la acometida.

Excepción 1: Conductores de puesta a tierra y puentes de unión.

Excepción 2: Conductores de equipo de control de carga que tenga protección contra sobrecorriente.

230-8. Sellado de las canalizaciones. Cuando una canalización de acometida entra desde un sistema de distribución subterránea, se debe sellar según 300-5. También se deben sellar las canalizaciones de reserva o no utilizadas. Los selladores deben estar identificados para utilizarse con el aislamiento, blindaje u otros componentes.

230-9. Separación con puertas, ventanas y similares. Los conductores de acometida instalados como conductores expuestos o cables multiconductores sin cubierta exterior, deben tener una separación mínima de 90 cm de las ventanas que se puedan abrir, puertas, porches, balcones, escaleras, peldaños, salidas de emergencia o similares.

Excepción: Se permite que los conductores que pasen por encima de la parte superior de una ventana estén a menos de los 90 cm exigidos anteriormente.

No se deben instalar conductores de acometida aérea por abajo de claros a través de los que puedan pasar materiales, como claros en granjas y en edificios comerciales, y no se deben instalar en donde obstruyan dichos claros.

B. Conductores de acometida aérea

230-21. Deben considerarse acometida aérea e instalarse como tal, a los conductores aéreos hasta un inmueble o estructura (como un poste) en donde se instala un medidor o un medio de desconexión.

230-22. Aislamiento o cubierta. Los conductores de acometida deben soportar normalmente la exposición a los agentes atmosféricos y a otras condiciones de uso, sin que se produzcan fugas de corriente eléctrica perjudiciales. Los conductores individuales deben estar aislados o cubiertos con un termoplástico extruido o con un aislante termofijo.

Excepción: Está permitido que el conductor puesto a tierra de un cable multiconductor sea desnudo.

230-23. Tamaño y capacidad nominal del conductor

a) Disposiciones generales. Los conductores deben tener suficiente capacidad de conducción de corriente para transportar la corriente eléctrica de la carga alimentada y calculada, según el Artículo 220, y deben tener una resistencia mecánica adecuada.

b) Tamaño nominal mínimo del conductor. Los conductores deben tener un tamaño nominal no menor que 8,37 mm² (8 AWG) si son de cobre o que 13,3 mm² (6 AWG) si son de aluminio.

Excepción: En instalaciones que tengan únicamente cargas limitadas de un solo circuito derivado, como un pequeño calentador de agua de varias fases con regulación de potencia y similares, los conductores no deben ser menores a 3,31 mm² (12 AWG) de cobre.

c) Conductores puestos a tierra. Un conductor puesto a tierra debe tener un tamaño nominal del conductor no menor que el requerido por 250-23(b).

230-24. Separaciones o "claros". Las separaciones verticales de todos los conductores de una acometida aérea se deben basar en una temperatura del conductor de 20°C, sin viento y con remate en el conductor o en el cable.

Los conductores de acometida aérea no deben ser fácilmente accesibles y, en las acometidas menores a 600 V nominales, deben cumplir las siguientes condiciones:

a) Sobre los techos de los inmuebles. Los conductores deben tener una separación vertical no menor que 2,45 m por encima de la superficie de los techos. La separación vertical sobre el nivel del techo se debe mantener a una separación no menor que 1 m del borde del techo en todas las direcciones.

Excepción 1: El área por encima de la superficie de un techo por la que pueda haber tráfico de peatones o de vehículos, debe tener una separación vertical desde la superficie del techo según las separaciones establecidas en 230-24(b).

Excepción 2: Cuando la tensión eléctrica entre conductores no supere 300 V y el techo tenga una pendiente no menor que 1/3 se permite una reducción de la separación a 1 m.

Excepción 3: Cuando la tensión eléctrica entre conductores no supere 300 V, la separación del techo puede reducirse hasta en 0,5 m, si:

(1) los conductores de la acometida pasan sobre el alero del techo en una longitud no mayor que 1,2 m y la parte menor de la acometida a 1,8 m, y

(2) terminan en una canalización de entrada o en un soporte aprobado.

NOTA: Para los soportes en postes, véase 230-28.

Excepción 4: Los requisitos de mantener una separación vertical de 1 m de la orilla del techo, no deben aplicarse al remate del conductor donde la acometida aérea esté sujeta a la pared de un inmueble.

b) Separación vertical del piso. Los conductores de acometida aérea de no más de 600 V nominales, deben cumplir lo siguiente:

3 m a la entrada de la acometida eléctrica a los inmuebles y además en el punto más bajo de la curva de goteo del cable aéreo a la entrada eléctrica del inmueble y las áreas sobre el piso terminado, aceras o cualquier plataforma accesible sólo para peatones, medidos desde el nivel final o superficie accesible desde los que se puedan alcanzar, cuando los conductores de alimentación estén limitados a 150 V a tierra.

3,7 m sobre inmuebles 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 la vía pública, calles o avenidas, zonas de estacionamiento con tráfico de vehículos de carga, vialidad en zonas no residenciales y otras áreas atravesadas por vehículos, tales como sembradíos, bosques, huertos o pastizales.

c) Separación de puertas, ventanas y similares. Véase 230-9.

d) Separaciones de las albercas. Véase 680-8.

230-26. Punto de fijación. El punto de fijación de los conductores de acometida aérea a un inmueble u otra estructura debe estar a la separación mínima especificada en 230-24. En ningún caso, este punto de fijación debe estar a menos de 3 m del piso terminado.

230-27. Medios de fijación. Los cables multiconductores utilizados en las acometidas aéreas se deben sujetar a los inmuebles u otras estructuras, por medio de accesorios o herrajes aprobados e identificados para su uso con conductores de acometida. Las acometidas con línea abierta deben fijarse con accesorios aprobados e identificados para el uso con conductores de acometida o aisladores no combustibles ni absorbentes, sólidamente fijados al inmueble o estructura.

230-28. Mástiles de acometida como soporte. Cuando se utilice un mástil de acometida como soporte de los conductores de acometida aérea, debe ser de una resistencia adecuada o estar sujeto por abrazaderas o por alambres de retención que soporten con seguridad los esfuerzos que origina el cable de acometida.

Cuando los mástiles que se utilizan sean de tipo canalización, todos los accesorios deben ser adecuados para su uso con mástiles de acometida. Sólo los conductores de acometida aérea deben estar sujetos a un poste de acometida.

230-29. Soportes sobre los inmuebles. Los conductores de acometida aérea que pasen sobre un techo, deben estar debidamente apoyados en estructuras sólidas. Cuando sea posible, dichos soportes deben estar independientes del inmueble.

C. Acometidas subterráneas

230-30. Aislamiento. Los conductores de acometida subterránea deben soportar las condiciones atmosféricas y otras circunstancias de uso, sin que se produzcan fugas de corriente eléctrica perjudiciales. Los conductores de acometida subterránea deben tener aislamiento para la tensión eléctrica aplicada.

Excepción: Se permite que el conductor puesto a tierra no tenga aislamiento, en los casos siguientes:

- a. Un conductor de cobre desnudo en una canalización.
- b. Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, si se estima que el cobre es adecuado para las condiciones del suelo.
- c. Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, sin tener en cuenta las condiciones del suelo, si forma parte de un cable especificado para uso subterráneo.
- d. Un conductor de aluminio o de cobre revestido de aluminio sin aislamiento o cubierta individual, si forma parte de un cable especificado para uso subterráneo directamente enterrado o dentro de una canalización enterrada.

230-31. Tamaño y capacidad nominales del conductor

a) Disposiciones generales. Los conductores de la acometida subterránea deben tener suficiente capacidad de conducción de corriente para transportar la que se ha calculado en la carga, según el Artículo 220, y deben tener una resistencia mecánica adecuada.

b) Tamaño o designación nominal mínimo del conductor. Los conductores deben tener un tamaño nominal no menor que $8,37 \text{ mm}^2$ (8 AWG), si son de cobre y de $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) si son de aluminio.

Excepción: En instalaciones que tengan sólo cargas limitadas de un solo circuito derivado, como un pequeño calentador de agua de varias fases con regulación de potencia y similares, los conductores no deben ser de menores a $3,31 \text{ mm}^2$ (12 AWG) de cobre.

c) Conductores de puesta a tierra. Un conductor de puesta a tierra debe tener un tamaño nominal del conductor no menor que el requerido en 250-23(b).

NOTA: Se puede conseguir un funcionamiento razonablemente eficiente si se toman en cuenta las caídas de tensión eléctrica al dimensionar los conductores de acometida subterránea.

230-32. Protección contra daños. Los conductores de acometida subterránea deben estar protegidos contra daños según 300-5. Los conductores de acometida subterránea que entren en un inmueble se deben instalar según se establece en 230-6 o proteger mediante una canalización de las identificadas en 230-43. Cuando una acometida se proporcione por medio de una estructura de transición, debe cumplirse lo indicado en 923-4.

D. Conductores de entrada de acometida

230-40. Conjuntos de conductores de entrada de acometida. Cada acometida aérea o subterránea sólo se debe conectar a un conjunto de conductores de entrada de acometida.

Excepción 1: Se permite que los inmuebles con más de un local tengan un grupo de conductores de entrada de acometida que vaya hasta cada zona de locales o grupo de locales.

Excepción 2: Cuando se agrupen en un local de dos a seis medios de desconexión de acometida, en envolventes separados que alimenten cargas separadas desde una acometida aérea o subterránea, se permite que un conjunto de conductores de entrada de acometida alimente a cada una de las envolventes que haya en la acometida.

Excepción 3: Se permite que una vivienda unifamiliar y una estructura separada tengan un grupo de conductores de entrada de acometida que vayan a cada una de ellas desde una única acometida aérea o subterránea.

230-41. Aislamiento de conductores de entrada de acometida. Los conductores de entrada de acometida deben soportar las condiciones atmosféricas y otras circunstancias de uso, sin que se produzcan fugas de corriente eléctrica perjudiciales. Los conductores de entrada de acometida que entren en un inmueble o estructura o en su exterior, deben estar aislados.

Excepción: Se permite que haya un conductor puesto a tierra sin aislar, en las siguientes circunstancias:

- a. Un conductor de cobre desnudo en una canalización.
- b. Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, si se estima que el cobre es adecuado a las condiciones del suelo.
- c. Un conductor de cobre desnudo, directamente enterrado con independencia de las condiciones del suelo, si forma parte de un cable identificado para uso subterráneo.
- d. Un conductor de aluminio o de cobre revestido de aluminio sin aislante o cubierta individual, si forma parte de un cable identificado para su uso en una canalización subterránea o directamente enterrado.

230-42. Tamaño nominal y capacidad de conducción de corriente del conductor

a) Disposiciones generales. Los conductores de entrada de acometida deben tener suficiente capacidad de conducción de corriente para transportar la misma para la que se ha calculado la carga, según se indica en el Artículo 220. La capacidad de conducción de corriente se establece en 310-15.

Excepción: La capacidad de conducción de corriente de los electroductos aprobados debe ser aquella para la cual el electroducto está aprobado e identificado.

b) Conductores de fase. Los conductores de fase deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que:

- 1) 100 A, a tres conductores para el servicio de una vivienda unifamiliar con seis o más circuitos derivados de dos conductores.
- 2) 100 A, a tres conductores para el servicio de una vivienda unifamiliar, con una carga inicial neta calculada de 10 kVA o más.
- 3) 60 A, para las demás cargas.

Excepción 1: Para cargas consistentes en no más de dos circuitos derivados de dos conductores, de cobre de 8,37 mm² (8 AWG) o de aluminio de 13,3 mm² (6 AWG)

Excepción 2: Por permiso especial para cargas limitadas por la demanda o por la fuente de alimentación, de cobre de 8,37 mm² (8 AWG) o de aluminio de 13,3 mm² (6 AWG)

Excepción 3: Para cargas limitadas a un solo circuito derivado, de cobre de 3,31 mm² (12 AWG), pero en ningún caso menor que la de los conductores del circuito derivado.

c) Conductores puestos a tierra. Un conductor puesto a tierra debe tener un tamaño nominal del conductor no menor del requerido por 250-23(b).

230-43. Métodos de alambrado para 600 V nominales o menos. Los conductores de entrada de acometida se deben instalar de acuerdo con los requisitos aplicables de esta Norma, relativos a los métodos de instalación utilizados y limitados a los siguientes:

- 1) Línea abierta sobre de aisladores;
- 2) cables de tipo IGS;
- 3) tubo (conduit) tipo pesado;
- 4) tubo (conduit) tipo semipesado;
- 5) tubo (conduit) metálico tipo ligero;
- 6) tubo (conduit) no metálico tipo ligero;
- 7) cables de entrada de acometida;
- 8) **canalizaciones.** Para atravesar muros de edificaciones, cimentaciones o calles, debe dejarse un ducto de reserva para uno, dos y tres circuitos. Para más de tres circuitos debe dejarse un ducto de reserva, por cada tres circuitos.
- 9) electroductos;

- 10) canales auxiliares;
- 11) tubo (conduit) no metálico tipo pesado;
- 12) soportes tipo charola para cables;
- 13) cables de tipo MC;
- 14) cables con aislamiento mineral y cubierta metálica;
- 15) tubo (conduit) metálico flexible no mayores que 1,8 m de longitud o tubo (conduit) metálico flexibles hermético a los líquidos no mayores que 1,8 m de longitud entre canalizaciones o entre una canalización y el equipo de acometida, con el puente de unión de equipo llevado con el tubo (conduit) metálico flexible o el tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos, según lo previsto en 250-79(a), (c), (d) y (f).
- 16) tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos.

Se permite el uso de sistemas de soporte tipo charola para cables, para soportar cables de entrada de acometida.

230-46. Conductores sin empalmes. Los conductores de entrada de acometida no deben presentar empalmes.

Excepción 1: Se permiten conexiones mediante conectadores o pernos en las envolventes de medidores.

Excepción 2: Cuando los conductores de entrada de acometida estén derivados para alimentar grupos de dos a seis medios de desconexión agrupados en un mismo lugar.

Excepción 3: En un punto de unión debidamente cubierto, cuando se cambie el método de alambrado subterráneo por otro tipo de alambrado.

Excepción 4: Se permite una conexión cuando los conductores de entrada de acometida se prolongan desde una acometida aérea a un cuarto exterior de medidores y regresan para conectarse con los conductores de acometida de otra instalación ya existente.

Excepción 5: Cuando la acometida es un electroducto, se permiten las conexiones necesarias para ensamblar las diferentes secciones y accesorios.

Excepción 6: En los conductores de acometidas ya existentes, se permite instalar juegos de empalme subterráneos para:

- a. Reparar los conductores existentes.
- b. Prolongar los conductores.

230-49. Protección contra daño físico en acometidas subterráneas. Los conductores de acometida subterránea se deben proteger contra daño físico según se indica en 300-5.

230-50. Protección de conductores y de cables sobre superficies expuestos contra daño. Los conductores de acometida instalados superficialmente, se deben proteger contra daño físico según lo establecido en (a) y (b) siguientes:

a) Cables de acometida. Los cables de acometida, expuestos a daño físico al estar instalados en lugares expuestos cercanos a banquetas, pasillos, andenes o cuando puedan entrar en contacto con toldos, persianas, rótulos u objetos similares que puedan oscilar, deben estar protegidos de una de estas maneras:

- (1) en tubo (conduit) tipo pesado;
- (2) en tubo (conduit) tipo semipesado;
- (3) en tubo (conduit) no metálico tipo pesado adecuado para el lugar;
- (4) en tubo (conduit) metálico tipo ligero o
- (5) por otro dispositivo aprobado.

b) Otros cables. Los cables y conductores individuales y distintos de los de la entrada de acometida, no se deben instalar a menos de 3 m del nivel del piso o donde estén expuestos a daño físico.

Excepción: Se permite instalar cables de tipo MI y MC a menos de 3 m del nivel del piso cuando no estén expuestos a daño físico o cuando estén protegidos según se establece 300-5(d).

230-51. Soportes y herrajes. Los cables o conductores individuales de acometida expuestos, deben ir sujetos como se especifica en (a), (b) o (c) siguientes:

a) Cables de acometida. Los cables de acometida deben sujetarse con abrazaderas u otro medio adecuado situado a menos de 30 cm de cada mufa de acometida, curva de goteo o entrada en una canalización o envolvente y a intervalos que no pasen de 75 cm.

b) Otros cables. Los cables no aprobados para instalarse en contacto con un inmueble u otra estructura, deben instalarse sobre soportes aislantes a intervalos no mayores de 4,5 m y de manera que tengan una separación no menor que 50 cm de la superficie sobre la que pasan.

c) Conductores individuales expuestos. Los conductores individuales expuestos deben instalarse según se indica en la Tabla 230-51(c). Donde estén expuestos a la intemperie, los conductores deben instalarse sobre aisladores o sobre soportes aislantes unidos a bastidores, soportes angulares u otro dispositivo adecuado. Si no están expuestos a la intemperie, los conductores deben instalarse sobre los aisladores de vidrio o porcelana.

TABLA 230-51(c).- Soportes y separación de los conductores individuales de acometida expuestos

Tensión eléctrica máxima (V)	Separación máxima entre soportes (m)	Separación mínima (mm)	
		Entre conductores	Desde la superficie
600	2,7	150	50
600	4,5	300	50
300	1,4	75	50
600*	1,4*	65*	25*

* No expuestos a la intemperie

230-52. Conductores individuales que entran en inmuebles o en otras estructuras. Los conductores individuales expuestos que entren a un inmueble o a otra estructura, deben hacerlo a través de boquillas para techo o de la pared, con una inclinación ascendente por medio de tubos aislados individuales, no combustibles y no absorbentes. En ambos casos deben dejarse curvas de goteo en el conductor, antes de entrar en los tubos.

230-53. Drenaje de las canalizaciones. Las canalizaciones que estén expuestas a la intemperie y que contengan a los conductores de acometida deben ser herméticas a la lluvia y tener drenaje. Cuando estén embebidas en concreto, deben llevar drenaje.

Excepción: Lo que se permita en 350-5.

230-54. Instalación de las acometidas aéreas

a) Mufa de acometida hermética a la lluvia. Las canalizaciones de acometida deben estar equipadas con mufa de acometida hermética a la lluvia en el punto de conexión con los conductores de la acometida aérea.

b) Cable de acometida equipado con una mufa de acometida hermética a la lluvia o con curva de goteo. Los cables de acometida deben:

1) estar equipados con mufa de acometida hermética a la lluvia o

2) formar una curva de goteo protegida por cinta aislante, pintada o protegida con cinta autoadhesiva termoplástica resistente a la intemperie.

c) Mufa de acometida por encima del punto de unión de la acometida aérea exterior. Las mufas y las curvas en "S" en los cables de entrada de acometida deben ubicarse por encima del punto de unión de los conductores de la acometida aérea al inmueble u otra estructura.

Excepción: Cuando no sea práctico colocar la mufa de acometida por encima del punto de unión, se permite colocarla a una distancia no mayor que 60 cm del mismo.

d) Sujeción. Los cables de acometida deben sujetarse firmemente.

e) Boquillas separadas. Las mufas de acometida separadas deben tener conductores de diferente potencial eléctrico al pasar a través de ellas por separado.

Excepción: Cables multiconductores de acometida en cubierta metálica sin empalmes.

f) Curvas de goteo. En conductores individuales deben formarse curvas de goteo. Para impedir la entrada de humedad, los conductores de acometida deben conectarse a los de la acometida aérea ya sea:

- 1) por debajo del nivel de la mufa de acometida, o
- 2) por debajo del nivel de la terminación de la cubierta del cable de entrada de acometida.

g) Disposición para que el agua no penetre en la canalización o equipo de acometida. Los conductores tanto de acometida aérea exteriores como de entrada deben estar dispuestos de manera tal que impida la penetración de agua a la canalización o al equipo de acometida.

230-55. Terminación en los equipos de acometida. Cualquier canalización de una acometida aérea o subterránea debe terminar en el interior de una caja o envolvente o en accesorios de canalización, equivalentes que cubran efectivamente todas las partes energizadas metálicas.

Excepción: Cuando el medio de desconexión de la acometida esté instalado en un tablero de distribución que tenga las barras colectoras en su parte posterior, está permitido que la canalización termine en boquillas.

230-56. Conductor de entrada de acometida con la mayor tensión eléctrica a tierra. En una acometida de cuatro conductores conectada en delta, en la cual el punto medio de una fase esté puesto a tierra, el conductor de entrada de acometida cuya tensión eléctrica a tierra sea mayor, se debe marcar de manera permanente y durable con un acabado de color exterior naranja u otro medio eficaz, en todos los puntos terminales o empalmes.

E. Equipo de acometida-Disposiciones generales

230-62. Equipo de acometida. Cubierto o resguardado. Las partes energizadas del equipo de acometida deben cubrirse como se especifica en el inciso (a) o protegerse como se especifica en (b):

a) Cubiertos. Las partes energizadas deben estar cubiertas de manera que no queden expuestas a contactos accidentales.

b) Resguardados. Las partes energizadas que no estén cubiertas deben instalarse dentro de un tablero de distribución, panel de alumbrado y control o de control, y deben estar resguardadas de acuerdo con lo indicado en 110-17 y 110-18. Dichas cubiertas deben estar provistas de cerradura con llave o de puertas selladas, las cuales den acceso a las partes energizadas.

230-63. Puesta a tierra y puente de unión. El equipo de acometida, canalizaciones, blindajes de los cables, cubiertas metálicas de los conductores, etc. y cualquier conductor de la acometida que esté puesto a tierra, debe ponerse a tierra de acuerdo con las siguientes Partes del Artículo 250:

- Parte B. Puesta a tierra de circuitos y sistemas eléctricos.
- Parte C. Ubicación de las conexiones de puesta a tierra de los sistemas.
- Parte D. Puesta a tierra de envolventes y canalizaciones.
- Parte F. Método de puesta a tierra.
- Parte G. Puentes de unión.
- Parte H. Sistema de electrodos de puesta a tierra.
- Parte I. Conductores del electrodo de puesta a tierra.

230-64. Espacio de trabajo. Se debe proveer un espacio de trabajo suficiente cercano al equipo de acometida que permita una operación segura, inspección y reparación. En ningún caso este espacio debe ser menor que el especificado en 110-16 y debe cumplir con lo establecido en 110-18.

230-65. Corriente eléctrica de cortocircuito disponible. El equipo de acometida debe ser adecuado para soportar la corriente eléctrica de cortocircuito disponible en sus terminales de alimentación.

230-66. Marcado. El equipo de acometida de 600 V o menos se debe marcar para identificar si es adecuado para su uso como tal. No se considera equipo de acometida a los tableros de medidores individuales.

F. Equipo de acometida-Medios de desconexión

230-70. Disposiciones generales. En un inmueble u otra estructura debe proveerse de un medio para desconectar todos los conductores a partir de los conductores de entrada de acometida.

a) Ubicación. Los medios para desconectar la acometida deben ser instalados, ya sea dentro o fuera de un edificio u otra estructura, en un lugar de rápido acceso en el punto más cercano de entrada de los conductores de acometida y a una distancia no mayor que 5 m del equipo de medición.

El medio de desconexión de la acometida no se debe instalar en cuartos de baño.

b) Marcado. Cada medio de desconexión debe estar marcado permanentemente para identificarlo como tal.

c) Apropriado para el uso. Todos los medios de desconexión de la acometida deben ser adecuados para las condiciones que se den en la misma. El equipo de desconexión instalado en áreas peligrosas (clasificadas) debe cumplir los requisitos de los Artículos 500 a 517.

230-71. Número máximo de desconectores

a) Disposiciones generales. El medio de desconexión de la acometida para cada una de ellas que se permita en 230-2 o para cada grupo de conductores de acometida que se permita en 230-40 Excepción 1, debe consistir en no más de seis interruptores o seis interruptores automáticos de circuitos instalados en un solo envolvente, en un grupo de envolventes independientes o en un tablero de control. No debe haber más de seis desconectores de acometida agrupados en un solo lugar.

Excepción: Para lo establecido en esta Sección, los medios de desconexión utilizados únicamente en el circuito de control del sistema de protección contra fallas a tierra instalado como parte del equipo aprobado, no debe considerarse medio de desconexión de la acometida.

b) Dispositivos unipolares. En los circuitos de alambrados múltiples se permiten dos o tres interruptores o interruptores automáticos unipolares, que puedan funcionar por separado, un polo para cada conductor de fase, como medio de desconexión para varios polos, siempre que estén equipados con manijas manuales o con una manija maestra para desconectar todos los conductores de la acometida sin hacer más de seis movimientos con la mano.

NOTA: Véase 384-16(a) para equipo de acometida en los paneles de alumbrado y control y 430-95 para equipo de acometida en centros de control de motores.

230-72. Agrupamiento de medios de desconexión

a) Disposiciones generales. Los dos a seis desconectores permitidos en 230-71 deben estar agrupados. Cada medio de desconexión debe estar marcado para indicar la carga que soporta.

Excepción: Se permite que uno de los dos a seis medios de desconexión permitidos en 230-71, esté situado en forma remota de los restantes medios de desconexión si se utiliza sólo para una bomba de agua que sirva también como bomba contra incendios.

b) Medios de desconexión adicionales de la acometida. El medio o medios adicionales de desconexión de la acometida para bombas contra incendios, emergencia, medios de reserva legalmente obligatorios o medios de reserva opcionales permitidos en 230-2, se deben instalar a una separación suficiente de los uno a seis medios de desconexión normales de la acometida, para reducir al mínimo la posibilidad de corte simultáneo de energía.

NOTA: Para las acometidas de instalaciones de emergencia, véase 700-12(d) y (e).

c) Acceso a los ocupantes. En inmuebles con diversas actividades y ocupantes, todos los habitantes deben tener acceso a los medios de desconexión de la acometida.

Excepción: En inmuebles con distintas actividades en los que el servicio y mantenimiento de la instalación eléctrica estén a cargo de la administración del inmueble, y se encuentren bajo la supervisión continua de la misma, el medio de desconexión de la acometida propia de más de una de las actividades debe estar accesible únicamente a personal calificado.

230-74. Apertura simultánea de los polos. Cada medio de desconexión de acometida debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase controlados por el sistema de alambrado del usuario.

230-75. Desconexión del conductor puesto a tierra. Cuando el medio de desconexión de la acometida no desconecte el conductor puesto a tierra del sistema de alambrado del usuario, debe instalarse otro medio en el equipo de acometida. Para tal fin, se puede instalar una terminal o barra a la que se conecten todos los conductores puestos a tierra mediante conectores de presión.

En un tablero de distribución dividido en varias partes debe haber un medio de desconexión para el conductor puesto a tierra en cada una de las partes, siempre que estén así marcadas.

230-76. Operación manual o eléctrica. Los medios de desconexión de los conductores de fase de la acometida deben consistir en:

1) Un desconectador de accionamiento manual o un interruptor automático, equipado con una manija u otro medio adecuado para su accionamiento, o;

2) Un desconectador accionado eléctricamente o un interruptor automático equipado de forma que se pueda abrir manualmente en el caso de falla de suministro de energía.

230-77. Indicación de la posición. Los medios de desconexión deben indicar claramente si está en posición abierta o cerrada.

230-78. Accionable desde afuera. Un medio de desconexión de la acometida instalado en un envolvente debe ser accionable desde afuera, sin que el operador se exponga a contacto con partes energizadas.

Excepción: Un interruptor accionado eléctricamente o un interruptor automático no requiere ser accionable a mano desde afuera, en posición cerrado.

230-79. Capacidad del equipo de desconexión. Los medios de desconexión de la acometida deben tener una capacidad nominal no menor que la carga a servir determinada según el Artículo 220. En ningún caso ese valor debe ser menor que el especificado en los siguientes incisos:

a) **Instalación de un solo circuito.** Para instalaciones que alimenten únicamente a cargas limitadas a un circuito derivado, el medio de desconexión de la acometida debe tener una capacidad no menor que 15 A.

b) **Instalaciones para dos circuitos.** En instalaciones que consistan en no más de dos circuitos derivados de dos conductores, los medios de desconexión de la acometida deben tener una capacidad no menor que 30 A.

c) **Viviendas unifamiliares.** En viviendas unifamiliares, el medio de desconexión de la acometida debe tener una capacidad no menor que 100 A en tres conductores, siempre que se dé alguna de las siguientes circunstancias:

(1) si la carga calculada inicialmente es de 10 kVA o más o

(2) si la instalación inicial consiste en seis o más circuitos derivados de dos conductores.

d) **Todos los demás casos.** En todas las demás instalaciones, el medio de desconexión de la acometida debe tener una capacidad no menor que 60 A.

230-80. Capacidades combinadas de los medios de desconexión. Cuando el medio de desconexión de la acometida consista en más de un desconectador o interruptor automático, tal como se permite en 230-71, la capacidad combinada de todos los interruptores o interruptores automáticos usados no debe ser menor que la que se establece en 230-79.

230-81. Conexión a las terminales. Los conductores de la acometida deben conectarse a los medios de desconexión de la acometida, mediante conectadores a presión, mordazas u otros accesorios adecuados. No se deben utilizar conexiones que dependan de soldaduras.

230-82. Equipos conectados en el lado del medio de desconexión de la acometida. No debe conectarse ningún equipo en el lado del suministro de los medios de desconexión de la acometida.

Excepción 1: Los limitadores para cables u otros dispositivos limitadores de corriente eléctrica.

Excepción 2: Los fusibles y medios de desconexión o interruptores automáticos situados en bases de medidores, conectados en serie sin conexión a tierra de la acometida y ubicados fuera del inmueble alimentado.

Excepción 3: Los medidores cuya tensión eléctrica nominal no sobrepase 600 V, siempre que todas las partes metálicas y las cubiertas de la acometida estén conectadas a tierra según se establece en el Artículo 250.

Excepción 4: Los transformadores de medición (corriente y tensión eléctricas), derivaciones de alta impedancia, dispositivos de protección contra sobretensiones eléctricas aprobados para usarse en el lado del suministro del medio de desconexión, dispositivos de control de carga y apartarrayos.

Excepción 5: Derivaciones utilizadas únicamente para alimentar a dispositivos de control de carga, circuitos de sistemas de emergencia, sistemas de potencia de reserva, equipos para bombas contra incendios y alarmas contra incendios y de rociadores automáticos, si están dotados de equipo de acometida e instalados siguiendo los requisitos de los conductores de acometida.

Excepción 6: Los sistemas solares fotovoltaicos o fuentes de producción de energía eléctrica interconectadas. Véanse los Artículos 690 y 705 en lo que afecta a estos sistemas.

Excepción 7: Cuando los medios de desconexión de la acometida sean accionados eléctricamente, se permite que el circuito de control esté conectado antes del medio de desconexión de la acometida si dispone de dispositivos adecuados de desconexión y protección contra sobrecorriente.

Excepción 8: Los sistemas de protección contra fallas a tierra, si están instalados como parte de equipo aprobado y si disponen de medios de desconexión y protección contra sobrecorriente adecuados.

230-83. Equipo de transferencia. El equipo de transferencia, incluyendo los desconectores de transferencia, debe funcionar de tal manera que todos los conductores de fase de una fuente de alimentación se desconecten antes de que se conecte cualquier conductor de fase a la segunda fuente.

Excepción 1: Cuando se utilice un equipo manual aprobado e identificado para ese fin o un equipo automático adecuado, se permite que haya dos o más fuentes conectadas en paralelo a través del equipo de transferencia.

Excepción 2: Cuando haya una instalación en paralelo dotada de un equipo adecuado de control, automático o manual.

G. Equipo de acometida - Protección contra sobrecorriente

230-90. Cuándo es necesario. Todos los conductores de fase de la acometida deben tener protección contra sobrecarga.

a) Conductores de fase. Dicha protección debe consistir en un dispositivo contra sobrecorriente en serie con cada conductor de fase de la acometida que tenga una capacidad nominal o ajuste no superior a la capacidad de conducción de corriente del conductor.

Excepción 1: Para corrientes de arranque de motores, se permiten capacidades que cumplan lo establecido en 430-52, 430-62 y 430-63.

Excepción 2: Los fusibles e interruptores automáticos con una capacidad nominal que cumpla lo establecido en 240-3(b) o (c) y en 240-6.

Excepción 3: Se permiten hasta seis interruptores automáticos de circuito o hasta seis juegos de fusibles como dispositivo de protección contra sobrecorriente, que protejan al circuito contra sobrecargas. Se permite que la suma de las capacidades nominales de los interruptores automáticos o fusibles supere a la capacidad de conducción de corriente de los conductores de la acometida, siempre que la carga calculada de acuerdo con el Artículo 220 no supere la capacidad de conducción de corriente de los conductores de acometida.

Excepción 4: Bombas contra incendios. Cuando se juzgue que la acometida al cuarto de bombas contra incendios deba estar fuera del inmueble, no se deben aplicar estas disposiciones. El dispositivo de protección contra sobrecorriente de la acometida a las bombas contra incendios, se debe elegir o programar de modo que pueda transportar indefinidamente la corriente de rotor bloqueado del motor o motores.

Excepción 5: Acometidas monofásicas a tres conductores a 120/240 V o 127/220 V para viviendas, tal como se permite en la NOTA 3 a las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V, 310-15.

Se entiende por conjunto de fusibles a todos los fusibles necesarios para proteger todos los conductores de fase de un circuito. Los interruptores automáticos unipolares agrupados según lo establecido en 230-71(b), se deben considerar como un dispositivo de protección.

b) No en un conductor puesto a tierra. En un conductor de acometida puesto a tierra no se debe intercalar ningún dispositivo de protección contra sobrecorriente, excepto un interruptor automático que abra simultáneamente a todos los conductores del circuito.

230-91. Ubicación de la protección contra sobrecorriente

a) Disposiciones generales. El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe formar parte integrante del medio de desconexión de la acometida y debe estar situado en un lugar adyacente a ellos.

b) Más de un inmueble. En una propiedad que comprenda más de un inmueble, bajo una administración común, los conductores de fase que alimenten a cada inmueble deben estar protegidos por dispositivos de sobrecorriente, los cuales deben estar ubicados en el inmueble servido o en otro inmueble de la misma propiedad, siempre que estén accesibles a los ocupantes del inmueble servido.

c) Acceso a los ocupantes. En un inmueble con varios ocupantes, todos ellos deben tener acceso a los dispositivos de protección contra sobrecorriente.

Excepción: La que se permite en 240-24 (b), Excepción 1.

230-92. Dispositivos de protección contra sobrecorriente de la acometida bajo llave. Cuando los dispositivos de protección contra sobrecorriente de la acometida estén sellados o bajo llave o no sean fácilmente accesibles por cualquier otra razón, se debe instalar dispositivos de sobrecorriente de los circuitos derivados en el lado de las cargas, instalados en un lugar fácilmente accesible y deben ser de menor capacidad nominal que el dispositivo de sobrecorriente de la acometida.

230-93. Protección de circuitos específicos. Cuando sea necesario evitar la manipulación indebida, se permite sellar o poner bajo llave el dispositivo automático de protección contra sobrecorriente que proteja a los conductores de acometida que alimenten sólo a una carga específica cuando se ubiquen en un lugar accesible, por ejemplo un calentador de agua.

230-94. Ubicación relativa del dispositivo de protección contra sobrecorriente respecto a otros equipos de acometida. El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe proteger a todos los circuitos y dispositivos.

Excepción 1: El desconectador de la acometida puede instalarse del lado del suministro.

Excepción 2: Los circuitos en derivación de alta impedancia, pararrayos, capacitores de protección contra sobretensión y los transformadores de medición (de corriente y de tensión eléctricas), pueden conectarse e instalarse del lado del suministro de los medios de desconexión de la acometida, tal como lo permite la Sección 230-82.

Excepción 3: Se permite que los circuitos de alimentación de emergencia y los dispositivos de control de cargas se conecten en el lado del suministro, antes del dispositivo de sobrecorriente de la acometida, cuando lleven protección independiente contra sobrecorriente.

Excepción 4: Se permite que los circuitos utilizados únicamente para el funcionamiento de alarmas contra incendios, otros sistemas de señales de protección o para la alimentación de los equipos de las bombas contra incendios, se conecten en el lado del suministro del dispositivo de protección contra sobrecorriente de la acometida, cuando lleven protección contra sobrecorriente separada para ellos.

Excepción 5: Los medidores con tensión eléctrica nominal no mayor que 600 V, siempre que todas las cajas metálicas y cubiertas de la acometida estén puestas a tierra según el Artículo 250.

Excepción 6: Cuando el equipo de la acometida se accione eléctricamente, se permite que el circuito de control esté conectado antes del medio de desconexión de la acometida si dispone de dispositivos adecuados de desconexión y protección contra sobrecorriente.

230-95. Protección de equipo contra fallas a tierra. Se debe proveer protección a los equipos contra fallas a tierra en las acometidas de sistemas en "Y" (estrella) sólidamente puestos a tierra con tensión eléctrica a tierra superior a 150 V, pero que no supere 600 V entre fases para cada dispositivo de desconexión de la acometida de 1 000 A nominales o más.

Se debe considerar que la capacidad nominal admisible del medio de desconexión de la acometida es la del mayor fusible que se pueda instalar o la mayor corriente eléctrica de disparo continuo, al que se pueda ajustar el dispositivo de protección contra sobrecorriente instalado en el interruptor automático del circuito.

Definición. "Sólidamente puesto a tierra" significa que el conductor puesto a tierra (neutro) lo está sin necesidad de intercalar ninguna resistencia o dispositivo de impedancia.

Excepción 1: Las disposiciones de protección contra fallas a tierra de esta Sección no se aplican a un medio de desconexión de acometida para procesos industriales continuos, en los que una parada inesperada puede crear condiciones de peligro.

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

a) Ajuste. El sistema de protección contra fallas a tierra debe funcionar haciendo que el medio de desconexión de la acometida abra todos los conductores de fase del circuito en falla. El máximo ajuste de esa protección debe ser de 1 200 A y el retardo máximo debe ser de un segundo para corrientes de falla a tierra iguales o mayores a 3 000 A.

b) Fusibles. Cuando se use una combinación de desconectores y fusibles, los fusibles utilizados deben ser capaces de interrumpir cualquier corriente eléctrica mayor que su capacidad de interrupción, antes de que el sistema de protección contra fallas a tierra provoque la apertura del desconector.

NOTA 1: La protección contra fallas a tierra que funcione abriendo el desconector de la acometida, no ofrece protección contra fallas del lado del dispositivo de protección. Sólo sirve para limitar daño a los conductores y a equipos del lado de las cargas, si se produjera una falla a tierra que diera lugar a un arco en el lado de la carga del elemento protector.

NOTA 2: Esta protección adicional del equipo de la acometida puede hacer necesario revisar toda la instalación para coordinar adecuadamente los dispositivos de protección contra sobrecorriente. Puede ser necesario instalar nuevos equipos de protección contra fallas a tierra en el circuito de alimentación y en los derivados, cuando sea máxima la necesidad de la continuidad en el servicio eléctrico.

NOTA 3: Cuando exista dispositivo de protección contra fallas a tierra para el medio de desconexión de la acometida y se conecte con otro sistema de alimentación a través de un dispositivo de transferencia, pueden ser necesarios otros medios o dispositivos que aseguren la detección de las fallas a tierra por el equipo de protección de falla a tierra.

b) Pruebas de funcionamiento. Una vez instalado, se debe probar el funcionamiento del sistema de protección contra fallas a tierra. La prueba se debe hacer siguiendo las instrucciones que se suministren con el equipo. Se debe hacer un informe escrito de esta prueba y ponerlo a disposición de la autoridad competente.

H. Acometidas de más de 600 V nominales

230-200. Disposiciones generales. Los conductores y equipos de acometida utilizados en circuitos de más de 600 V nominales deben cumplir las disposiciones aplicables de todas las secciones anteriores de este Artículo y las siguientes, que complementan o modifican a las anteriores. En ningún caso se debe aplicar lo establecido en la Parte H a los equipos instalados del lado de alimentación en el punto de acometida.

230-202. Conductores de acometida. Los conductores de acometida a inmuebles o a construcciones se deben instalar conforme a lo siguiente:

a) Tamaño nominal de los conductores. Los conductores de entrada de acometida no deben ser menores a 13,3 mm². (6 AWG), excepto en cables multiconductores. Los cables multiconductores no deben ser menores a 8,37 mm² (8 AWG).

b) Métodos de alambrado. Los conductores de acometida se deben instalar según alguno de los métodos de alambrado que se indican en 710-4.

c) Cruce de calles y acceso a edificios. Para atravesar muros de edificaciones, cimentaciones o calles, debe dejarse un conducto de reserva por cada circuito.

230-203. Letreros de advertencia. En todos los lugares en los que personas no calificadas puedan entrar en contacto con partes energizadas, se deben poner a la vista letreros de advertencia con las palabras.

"PELIGRO, ALTA TENSION ELECTRICA ¡ALEJESE!"

230-204. Desconectores de aislamiento

a) Cuando se requieren. Cuando el medio de desconexión de la acometida sea un interruptor automático en hexafluoruro de azufre o un desconector en aceite, aire o al vacío, debe instalarse un desconector de aislamiento en aire en el lado del suministro del medio de desconexión y el equipo de acometida asociado.

Excepción: Cuando dichos equipos vayan instalados sobre paneles removibles o tableros metálicos que no se puedan abrir si no se desconecta el circuito y que, cuando se quitan de su posición normal de funcionamiento, desconectan automáticamente al desconector o interruptor automático de todas las partes energizadas.

b) Fusibles utilizados como interruptor de aislamiento. Cuando los fusibles sean de un tipo que permita utilizarlos como medio de desconexión, un grupo de dichos fusibles se puede utilizar como desconector de aislamiento.

c) Accesible sólo a personas calificadas. El desconector de aislamiento sólo debe ser accesible a personas calificadas.

d) Conexión de puesta a tierra. Los desconectores de aislamiento deben estar provistos de medios para conectar directamente a tierra a los conductores del lado de la carga, cuando se desconecten de la fuente de alimentación.

No es necesario un medio de conexión a tierra de los conductores del lado de la carga para los desconectores de aislamiento duplicados, que estén instalados y mantenidos por la compañía suministradora de energía eléctrica.

230-205. Medios de desconexión

a) Ubicación. Los medios de desconexión de la acometida deben estar localizados según lo establecido en 230-70.

b) Tipo. Cada medio de desconexión de la acometida debe desconectar simultáneamente a todos los conductores de fase de la acometida no puestos a tierra que dependan de él, y debe tener una corriente de interrupción no menor que la corriente eléctrica máxima de cortocircuito posible en las terminales de alimentación.

Cuando se instalen interruptores con fusibles o fusibles de montaje separado, se permite que las características del fusible contribuyan a fijar la capacidad de cierre bajo falla del medio de desconexión.

230-206. Dispositivos de protección contra sobrecorriente utilizados como medio de desconexión. Cuando el interruptor automático de un circuito o el medio alternativo utilizado según se indica en 230-208 como dispositivo de sobrecorriente de la acometida, cumplan los requisitos indicados en 230-205, deben constituir el medio de desconexión de la acometida.

230-208. Requisitos de protección contra sobrecorriente. Un dispositivo de protección contra cortocircuitos debe ser provisto en el lado de la carga o como parte integral de la desconexión de la acometida, y debe proteger a todos los conductores de fase que dependan de él. El dispositivo de protección debe ser capaz de detectar e interrumpir cualquier corriente eléctrica que supere su punto de disparo o de fusión y que pueda producirse en la instalación. Se debe considerar que un fusible de capacidad nominal continua que no supere al triple de la capacidad de conducción de corriente del conductor o un interruptor automático con un valor de disparo que no supere en seis veces la capacidad de conducción de corriente de los conductores, ofrece protección adecuada contra cortocircuitos.

NOTA: Para capacidad de conducción de corriente de conductores de 2001 V nominales en adelante, véanse las Tablas 310-69 a 310-86.

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben cumplir los siguientes requisitos:

a) Tipo de equipo. Los equipos utilizados para proteger los conductores de entrada de acometida, deben cumplir los requisitos indicados en el Artículo 710 Parte C.

b) Dispositivos de sobrecorriente en cubiertas. La limitación de 80% de la capacidad nominal de un dispositivo de sobrecorriente en una cubierta o envolvente para cargas continuas, no se debe aplicar a dichos dispositivos si están instalados en acometidas que funcionen a más de 600 V.

230-209. Dispositivos de sobretensión eléctrica. En cada conductor de fase de la acometida aérea no puesto a tierra, se permite instalar dispositivos de sobretensión eléctrica de acuerdo con los requisitos indicados en el Artículo 280.

230-210. Equipo de acometida. Disposiciones generales. El equipo de acometida, incluidos los transformadores de medición, debe cumplir lo establecido en el Artículo 710 Parte B.

230-211. Tableros en envolventes metálicos. Los tableros en envolventes metálicos deben consistir en una estructura metálica sólida y una cubierta envolvente de chapa metálica. Cuando se instale sobre suelo combustible, debe ir debidamente protegido.

230-212. Acometidas de más de 15 000 V. Cuando la tensión eléctrica entre conductores sea superior a 15 000 V, debe entrar, ya sea a través de cubiertas metálicas o en una bóveda de transformadores, que cumplan los requisitos establecidos en 450-41 a 450-48.

ARTICULO 240-PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE

240-1. Alcance. Las Partes A a la G de este Artículo cubren los requisitos generales para la protección contra sobrecorriente y los dispositivos de protección contra sobrecorriente para no más de 600 V nominales. La parte H cubre la protección contra sobrecorriente de instalaciones de más de 600 V nominales.

NOTA: La protección contra sobrecorriente de los conductores y de equipo se instala de modo que abra el circuito si la corriente eléctrica alcanza un valor que pudiera causar una temperatura excesiva o peligrosa

de los conductores o de su aislamiento que den posibilidad de un incendio. Véase 110-9, requisitos de interrupción, y 110-10, requisitos de protección contra fallas a tierra.

A. Disposiciones generales

240-2. Protección del equipo. El equipo debe protegerse contra sobrecorrientes de acuerdo con cada Artículo de esta Norma, que trata específicamente de cada tipo de equipo como se indica en la siguiente lista:

	Artículo
Acometidas	230
Anuncios luminosos y alumbrado de realce	600
Aparatos Electrodomésticos y similares	422
Bombas contra incendios	695
Capacitores	460
Celdas electrolíticas	668
Circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 para control remoto, señalización y de potencia limitada	725
Circuitos derivados	210
Convertidores de fase	455
Ductos con barras (Electroductos)	364
Elevadores, montacargas, escaleras eléctricas y pasillos móviles, escaleras y elevadores para sillas de ruedas	620
Equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente	424
Equipo eléctrico fijo para descongelar y derretir nieve	426
Equipo eléctrico fijo para calentamiento de tuberías para líquidos y recipientes	427
Equipos de aire acondicionado y de refrigeración	440
Equipos de calentamiento por inducción y por pérdidas dieléctricas	665
Estudios de cine, televisión y lugares similares	530
Equipos de grabación de sonido y similares	640
Equipos de rayos X	660
Generadores	445
Grúas y polipastos	610
Instalaciones y lugares de atención de la salud	517
Lugares de reunión	518
Luminarios, portalámparas, lámparas y receptáculos	410
Maquinaria industrial	670
Máquinas de soldar eléctricas	630
Motores, circuitos de motores y sus controladores	430
Organos tubulares	650
Sistemas de distribución de energía en lazo cerrado y programado	780
Sistemas de emergencia	700
Sistemas de alarma contra incendios	760
Sistemas solares fotovoltaicos	690
Tableros de distribución y tableros de alumbrado y control	384
Teatros, áreas de audiencia en cines y estudios de televisión y lugares similares	520
Transformadores y bóvedas de transformadores	450

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 310-15, 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 210-19 (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.

240-6. Capacidades nominales de corriente eléctrica normalizadas

a) Fusibles e interruptores de disparo fijo. Para selección de fusibles y de interruptores de disparo inverso, se deben considerar los siguientes valores normalizados de corriente eléctrica nominal: 15 A, 20 A, 25 A, 30 A, 35 A, 40 A, 45 A, 50 A, 60 A, 70 A, 80 A, 90 A, 100 A, 110 A, 125 A, 150 A, 175 A, 200 A, 225 A, 250 A, 300 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A, 600 A, 700 A, 800 A, 1 000 A, 1 200 A, 1 600 A, 2 000 A, 2 500 A, 3 000 A, 4 000 A, 5 000 A y 6 000 A. Se consideran como tamaños normalizados los fusibles de 1 A, 3 A, 6 A, 10 A y 601 A. Se permite el uso de fusibles e interruptores automáticos de tiempo inverso con valores de corriente nominal diferentes a los valores indicados en este inciso.

b) Interruptores de disparo ajustable. La capacidad nominal de corriente eléctrica normalizada de los interruptores de disparo ajustable, del tipo con retardo de tiempo largo (capacidad nominal en amperes o por sobrecarga) que tengan medios externos de ajuste, debe ser el del máximo ajuste posible.

Excepción: Los interruptores automáticos que tengan tapas removibles selladas sobre los medios de ajuste o que estén situados detrás de las puertas atornilladas de las envolventes de los equipos o detrás de las puertas cerradas accesibles sólo a personas calificadas, pueden tener un nivel de disparo igual al correspondiente ajuste de tiempo largo.

NOTA: No se intenta prohibir el uso de fusibles e interruptores de tiempo inverso de capacidades no normalizadas.

240-8. Fusibles o interruptores automáticos de circuitos en paralelo. Los fusibles, interruptores de circuitos o combinaciones de ambos no se deben conectar en paralelo.

Excepción: Los interruptores automáticos o fusibles montados en paralelo en fábrica y aprobados como una sola unidad.

240-9. Dispositivos térmicos. Los relevadores térmicos y otros dispositivos no diseñados para abrir corrientes eléctricas de cortocircuito, no se deben usar para la protección de conductores contra sobrecorrientes producidas por cortocircuitos o fallas a tierra, pero se permite su uso para proteger contra sobrecargas a los conductores de los circuitos de motores si están protegidos como se indica en 430-40.

240-10. Protección suplementaria contra sobrecorriente. Cuando se utilice protección suplementaria contra sobrecorriente en luminarios, aparatos electrodomésticos y otro equipo o para los circuitos y componentes internos de equipo, no se debe usar como sustituta de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados ni en lugar de la protección de los circuitos derivados tal como especifica el Artículo 210. Los dispositivos suplementarios de sobrecorriente no tienen que ser necesariamente de fácil acceso.

NOTA: El uso de dispositivos de corriente residual se reconoce como medida adicional de protección contra choque eléctrico por contactos directos y se permite como medio adicional de protección contra contacto indirecto.

240-11. Definición de dispositivo de protección de sobrecorriente limitador de corriente eléctrica. Un dispositivo de protección contra sobrecorriente tipo limitador de corriente eléctrica es aquel que, cuando interrumpe corrientes dentro de su gama de funcionamiento, puede reducir la corriente eléctrica que pasa por el circuito en falla hasta una cantidad sustancialmente inferior a la que se conseguiría en el mismo circuito si el limitador fuese sustituido por un conductor macizo de impedancia comparable.

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.

240-13. 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.

240-22. Conductores puestos a tierra. Ningún dispositivo de sobrecorriente se debe conectar en serie a un conductor que esté intencionadamente puesto a tierra.

Excepción 1: Cuando el dispositivo de sobrecorriente abra todos los conductores del circuito, incluido el puesto a tierra, y esté diseñado para que ningún polo pueda funcionar independientemente.

Excepción 2: Para protección de los motores contra sobrecarga, según se exige en 430-36 y 430-37.

240-23. Cambio de tamaño nominal del conductor puesto a tierra. Cuando se produzca un cambio de tamaño nominal del conductor de fase, se permite hacer un cambio similar en el tamaño nominal del conductor puesto a tierra.

NOTA 1: La reducción de los conductores puede ser por uso de conductores en derivación (Ver 240-21).

NOTA 2: El aumento de los conductores puede ser por caída de tensión mayor para circuitos derivados (Ver 210-19(a)), o para alimentadores (Ver 215-2(c)), o bien por presencia de corriente con armónicos (Ver 250-5).

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. Envolventes

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.

E. Fusibles de tapón, portafusibles y adaptadores

240-50. Disposiciones generales

a) Tensión eléctrica máxima. No se deben utilizar fusibles tipo tapón ni portafusibles en circuitos de más de 127 V entre conductores.

Excepción: En circuitos alimentados por una instalación que tenga el neutro a tierra y ningún otro conductor a más de 150 V a tierra.

b) Marcado. Todos los fusibles, portafusibles y adaptadores deben estar marcados con su capacidad nominal.

c) De forma hexagonal. Los fusibles tipo tapón de 15 A nominales y menores deben identificarse por la forma hexagonal de la ventanilla, tapa u otra parte prominente que los distinga de los fusibles de mayor capacidad nominal.

d) Sin partes energizadas. Los fusibles tipo tapón, portafusibles y adaptadores no deben tener partes energizadas expuestas, después de que hayan quedado instalados.

e) De base roscada. La base roscada de un portafusibles se debe conectar al lado de la carga del circuito.

240-51. Fusibles con base Edison

a) Clasificación. Los fusibles de tapón con base de tipo Edison deben clasificarse a no más de 127 V y 30 A o menos.

b) Sólo como recambios. Los fusibles de tapón con base de tipo Edison se deben usar sólo como recambios en las instalaciones existentes, cuando no haya evidencias de que se modificaron.

240-52. Portafusibles base Edison. Los portafusibles base Edison deben instalarse sólo cuando están hechos para aceptar fusibles del tipo S mediante el uso de adaptadores.

240-53. Fusibles de Tipo S. Los fusibles de tipo S deben ser a presión y cumplir con las disposiciones a continuación.

a) Clasificación. Los fusibles de Tipo S deben clasificarse a no más de 127 V y de 0 a 15 A, de 16 A a 20 A o de 21 A a 30 A.

b) No intercambiables. Los fusibles de Tipo S de las capacidades nominales descritas en el anterior inciso (a) no se deben intercambiar con fusibles de menor capacidad nominal. Deben estar diseñados de manera que no se puedan utilizar en portafusibles distintos de los de Tipo S o que tengan instalado un adaptador de Tipo S.

240-54. Fusibles, adaptadores y portafusibles de Tipo S

a) Para montar en portafusibles con base Edison. Los adaptadores de Tipo S se deben poder instalar en portafusibles con base Edison.

b) Sólo para montar con fusibles de Tipo S. Los portafusibles y adaptadores de Tipo S deben estar diseñados de modo que el propio portafusibles o un portafusibles con un adaptador de Tipo S insertado, sólo se pueda usar con un fusible de Tipo S.

c) No desmontables. Los adaptadores de Tipo S deben estar diseñados de modo que, una vez instalados en un portafusibles, no se puedan desmontar.

d) No manipulables. Los fusibles, portafusibles y adaptadores de Tipo S deben estar diseñados de modo que resulte difícil manipularlos o puentearlos.

e) Intercambiables. Las dimensiones de los fusibles, portafusibles y adaptadores de Tipo S se deben normalizar para que se puedan intercambiar, independientemente del fabricante.

F. Fusibles y portafusibles de cartucho

240-60. Disposiciones generales

a) Tensión eléctrica máxima - De 300 V. Los fusibles y portafusibles de cartucho del tipo de 300 V no se deben usar en circuitos de más de 300 V entre conductores.

Excepción: En circuitos monofásicos de fase a neutro alimentados desde sistemas de tres fases cuatro conductores con el neutro sólidamente puesto a tierra y en los que la tensión eléctrica de fase a neutro no supere 300 V.

b) No intercambiables-portafusibles de cartucho de 0 - 6 000 A. Los portafusibles deben estar diseñados de modo que resulte difícil poner un fusible de cualquier clase en un portafusibles diseñado para

una menor corriente eléctrica o para una mayor tensión eléctrica que la de la clase a la que pertenezca el fusible. Los portafusibles de fusibles limitadores de corriente eléctrica no deben permitir la inserción de fusibles que no sean limitadores de corriente eléctrica.

c) Marcado. Los fusibles deben estar claramente marcados, mediante impresión en el cuerpo del fusible o mediante etiqueta pegada al cuerpo, que indique lo siguiente:

- (1) corriente eléctrica nominal;
- (2) tensión eléctrica nominal;
- (3) corriente de interrupción máxima para todos los que no sean de 10 000 A;
- (4) "limitadores de corriente eléctrica" cuando lo sea, y
- (5) la marca o nombre del fabricante.

Excepción: En los fusibles utilizados como protección suplementaria no es necesario que aparezca la corriente de interrupción máxima.

240-61. Clasificación. Los fusibles y portafusibles de cartucho se deben clasificar por su tensión y corriente eléctricas nominales. Se permite usar fusibles de 600 V nominales o menos a tensiones eléctricas iguales o inferiores a su tensión eléctrica nominal.

G. Interruptores automáticos de circuito

240-80. Modo de funcionamiento. Los interruptores automáticos de circuitos deben ser de disparo libre y se deben poder abrir o cerrar manualmente. Se permite su modo normal de funcionamiento, por ejemplo eléctrico o neumático, si además cuentan con medios para su accionamiento manual.

Excepción: Lo establecido en 230-76(2) para los interruptores automáticos de circuitos utilizados como medios de desconexión de la acometida.

240-81. Indicación. Los interruptores automáticos de circuitos deben indicar claramente si están en posición abierta "desconectado" o cerrada "conectado".

Cuando las manijas de los interruptores automáticos de circuitos se accionen verticalmente en vez de rotacional u horizontalmente, la posición de circuito cerrado debe ser con la manija hacia arriba.

240-82. No manipulables. Un interruptor automático de circuito debe estar diseñado de modo que cualquier alteración de su punto de disparo (calibración) o del tiempo necesario para su funcionamiento, exija desmontar el dispositivo o romper un sello para realizar ajustes distintos a los previstos.

240-83. Marcado

a) Duraderas y visibles. Los interruptores automáticos de circuitos deben estar marcados con su capacidad de corriente eléctrica nominal de forma duradera y visible después de instalarlos. Se permite que tales marcas sean visibles quitando una tapa o protección.

b) Localización. Los interruptores automáticos de circuitos de 100 A nominales o menos y 600 V nominales o menos deben llevar su capacidad de corriente eléctrica nominal moldeada, estampada, grabada o marcada de algún modo similar en la manija de operación o en cualquier parte de su escudo.

c) Corriente de interrupción. Todos los interruptores automáticos de circuitos con corriente de interrupción distinta de 5 000 A deben llevar visible el valor de su corriente de interrupción.

Excepción: No es necesaria corriente de interrupción en los interruptores automáticos de circuitos utilizados como protección suplementaria.

Si se utiliza un interruptor en un circuito que tenga una corriente eléctrica de falla superior a la marcada en su corriente de interrupción máxima, si éste es conectado del lado de la carga de un dispositivo aceptable con mayor intervalo de intensidad nominal, se debe marcar esta mayor corriente de interrupción máxima en serie, en todos los equipos de utilización, tales como tableros de distribución y paneles de alumbrado y control.

d) Usados como desconectores. Los interruptores automáticos de circuitos usados como medios de desconexión en instalaciones de lámparas fluorescentes de 120 V, 127 V y 277 V deben estar identificados con las letras "SWD".

e) Marcado de la tensión eléctrica. Los interruptores se deben marcar con una tensión eléctrica nominal no inferior a la tensión nominal del sistema, que sea indicativa de su capacidad de interrumpir corrientes eléctricas de falla entre fases o entre fase y tierra.

240-85. Aplicaciones. Se permite la instalación de un interruptor con tensión eléctrica nominal de 240 V o 480 V, en un circuito en el que la tensión eléctrica nominal entre dos conductores cualesquiera no supere la tensión nominal del interruptor automático. Un interruptor de dos polos no debe ser usado para proteger circuitos de tres fases conectados en delta con una esquina puesta a tierra, si el interruptor no lleva las marcas 1F- 3H que indiquen dicha capacidad.

Se permite la instalación de un interruptor con capacidad separada por una diagonal como 120/240 V, 220Y/127 V, 440Y/254 480Y/277 V, en un circuito en el que la tensión eléctrica nominal de cualquier conductor a tierra no exceda el valor inferior de los dos valores de tensión y la correspondiente entre dos fases cualesquiera no supere la mayor del interruptor.

H. Instalaciones industriales supervisadas

240-90. Generalidades. La protección contra sobrecorriente en áreas de instalaciones industriales supervisadas debe cumplir con todas las disposiciones aplicables de las otras secciones de este Artículo, excepto como se establece en esta parte H. Sólo se permite la aplicación de las disposiciones de esta parte H a las partes del sistema eléctrico en la instalación industrial supervisada utilizadas exclusivamente para actividades de producción o de control de procesos.

240-91. Definición de instalación industrial supervisada. Para los propósitos de esta parte H, instalación industrial supervisada se define como las partes industriales de una instalación en donde se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) Las condiciones de supervisión de mantenimiento e ingeniería aseguran que únicamente personal calificado realiza el monitoreo y servicio técnico al sistema.

(2) El sistema de alambrado del predio tiene una carga de 2 500 kVA o superior, utilizada en procesos industriales de actividades de producción, o en ambos, calculada de acuerdo con el Artículo 220.

(3) El predio posee al menos una acometida que tiene más de 150 V a tierra y más de 300 V entre fases.

Esta definición no debe aplicarse a aquellas instalaciones en edificaciones utilizadas por la industria para oficinas, bodegas, garajes, talleres mecánicos e instalaciones recreativas que no son parte integral de la planta industrial, subestación o centro de control.

240-92. Ubicación en el circuito. Un dispositivo de protección contra sobrecorriente debe conectarse en cada conductor del circuito no puesto a tierra, como se indica a continuación:

(a) **Conductores de alimentadores y circuitos ramales.** Los alimentadores y circuitos ramales deben protegerse en el punto en que los conductores reciben su alimentación, como se permite en la Sección 240-21, o según se permita algo diferente en (b) o (c).

(b) **Conductores del secundario del transformador de sistemas derivados separados.** Se permite que los conductores estén conectados al secundario de un transformador de un sistema derivado separadamente, sin protección contra sobrecorriente en la conexión, si se cumplen las condiciones de (1), (2) y (3).

(1) **Protección contra cortocircuito y fallas a tierra.** Los conductores deben protegerse de las condiciones de cortocircuito y fallas a tierra, mediante la conformidad con alguna de las siguientes condiciones:

(a) La longitud de los conductores del secundario no supera los 15 m y el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario del transformador tiene una capacidad nominal o ajuste que no supera el 150% del valor obtenido al multiplicar la capacidad de corriente del conductor del secundario por la relación de transformación de tensión del secundario al primario.

(b) La longitud de los conductores del secundario no supera 23 m y los conductores están protegidos por un relevador diferencial con un ajuste de disparo igual o inferior a la capacidad de corriente del conductor.

(c) Debe considerarse que los conductores están protegidos cuando la longitud de los conductores del secundario no supera los 23 m y si los cálculos, realizados bajo supervisión técnica, determinan que los dispositivos de sobrecorriente protegen los conductores dentro de los límites reconocidos de tiempo contra corriente, para todas las condiciones de cortocircuito y de falla a tierra.

(2) **Protección contra sobrecarga.** Los conductores deben protegerse contra condiciones de sobrecarga, mediante el cumplimiento de alguna de las siguientes condiciones:

(a) Los conductores terminan en un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente, que limita la carga a la capacidad de corriente del conductor.

(b) La suma de los dispositivos de sobrecorriente en el extremo del conductor limita la carga a la capacidad de corriente del conductor. Los dispositivos de sobrecorriente deben constar de un máximo de seis interruptores automáticos o juegos de fusibles, montados en un solo envolvente, en un grupo de envolventes separados o en un tablero de distribución. No debe haber más de seis dispositivos de sobrecorriente agrupados en un solo sitio.

(c) La protección con relevadores de sobrecorriente se conecta (con un(os) transformador(es) de corriente, si es necesario) para detectar toda la corriente del conductor del secundario y limitar la carga a la capacidad de corriente del conductor, al abrir los dispositivos en cualquier sentido de flujo de la corriente.

(d) Los conductores deben considerarse protegidos si los cálculos, realizados bajo supervisión técnica, determinan que los dispositivos de sobrecorriente del sistema protegen los conductores en condiciones de sobrecarga.

(3) **Protección física.** Los conductores del secundario deben protegerse adecuadamente contra daño físico.

(c) **Derivaciones del alimentador al exterior.** Se permite que los conductores exteriores se deriven de un alimentador o estén conectados a un secundario del transformador, sin protección contra sobrecorriente en la derivación o conexión, si se cumplen en su totalidad las condiciones siguientes:

(1) Los conductores están protegidos adecuadamente contra daño físico.

(2) La suma de los dispositivos de sobrecorriente en el extremo final del conductor limita la carga a la capacidad de corriente del conductor. Los dispositivos de sobrecorriente deben constar de un máximo de seis interruptores automáticos o juegos de fusibles, montados en un solo encerramiento, en un grupo de encerramientos separados o en un tablero de distribución. No debe haber más de seis dispositivos de sobrecorriente agrupados en un solo sitio.

(3) Los conductores de derivación están instalados en el exterior, excepto en el punto de terminación.

(4) El dispositivo de protección contra sobrecorriente de los conductores es parte integral de un medio de desconexión o debe ubicarse inmediatamente adyacente a él.

(5) El medio de desconexión para los conductores está instalado en un lugar de fácil acceso, ya sea en el exterior de la edificación o de la estructura o en el interior, lo más cerca del punto de entrada de los conductores.

I. Protección contra sobrecorriente a más de 600 V nominales

240-100. Alimentadores. Los alimentadores deben tener un dispositivo de protección contra cortocircuito en cada conductor de fase o cumplir el Artículo 710, Parte C. El equipo utilizado para proteger los conductores de suministro debe cumplir los requisitos indicados en 710-20 y 710-21. El dispositivo o dispositivos de protección deben ser capaces de detectar e interrumpir corrientes eléctricas de todos los valores que se puedan producir en la instalación por encima de su ajuste de disparo o punto de fusión. En ningún caso la capacidad de corriente eléctrica nominal continua del fusible debe ser mayor que tres veces la capacidad de conducción de corriente del conductor. El ajuste del elemento de disparo con retardo de tiempo de un interruptor o el mínimo ajuste de disparo de un fusible accionado electrónicamente, no debe ser mayor que seis veces la capacidad de conducción de corriente del conductor.

Excepción: Véase 695-3, excepciones 1 y 2.

Se permite que los conductores en derivación de un alimentador sean protegidos por el dispositivo de sobrecorriente del alimentador cuando dicho dispositivo proteja también a los conductores en derivación.

NOTA: Deben coordinarse el tiempo de funcionamiento del dispositivo protector, la corriente eléctrica de cortocircuito y el conductor utilizado, para evitar daños o temperaturas peligrosas en los conductores o a su aislamiento si se produjera un cortocircuito.

240-101. Circuitos derivados. Los circuitos derivados deben tener un dispositivo protector contra cortocircuito en cada conductor de fase o cumplir lo indicado en el Artículo 710, Parte B. El equipo utilizado para proteger los conductores de suministro debe cumplir los requisitos establecidos en 710-20 y 710-21. El dispositivo o dispositivos de protección deben ser capaces de detectar e interrumpir corrientes eléctricas de todos los valores que se puedan producir en la instalación por encima de su ajuste de disparo o punto de fusión.

ARTICULO 250-PUESTA A TIERRA

A. Disposiciones generales

250-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos generales para la unión y la puesta a tierra en las instalaciones eléctricas y, además, los requisitos específicos que se indican a continuación:

a) En sistemas, circuitos y equipos en los que se exige, se permite o donde no se permite que estén puestas a tierra.

- b) El conductor del circuito que es puesto a tierra en sistemas puestos a tierra.
- c) Ubicación de las conexiones de puesta a tierra.
- d) Tipos y tamaños nominales de los conductores de unión, de puesta a tierra y de los electrodos de puesta a tierra.
- e) Método de unión y de puesta a tierra.
- f) Condiciones en las que se puede sustituir a los resguardos, separaciones o aislamiento por la puesta a tierra.

NOTA 1: Los sistemas y los conductores de circuito son puestos a tierra para limitar las sobretensiones eléctricas debidas a descargas atmosféricas, transitorios en la red o contacto accidental con líneas de alta tensión, y para estabilizar la tensión eléctrica a tierra durante su funcionamiento normal. Los conductores de puesta a tierra del equipo se unen al conductor puesto a tierra del sistema para que ofrezcan un camino de baja impedancia para las corrientes eléctricas de falla, y que faciliten el funcionamiento de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en caso de falla a tierra.

NOTA 2: Los materiales conductores que rodean a conductores o equipo eléctricos o que forman parte de dicho equipo, son puestos a tierra para limitar la tensión a tierra de esos materiales y para facilitar el funcionamiento de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en caso de falla a tierra. Véase 110-10.

250-2. Aplicación de otros Artículos. En otros Artículos relativos a casos particulares de instalación de conductores y equipo, hay otros requisitos adicionales a los de este Artículo o que modifican a los mismos:

	Artículo	Sección
Acometidas	230	
Albercas, fuentes e instalaciones similares	680	
Anuncios luminosos y alumbrado de realce	600	
Antenas de televisión comunitarias y sistemas de distribución de radio		820-33, 820-40
Aparatos eléctricos		422-16
Aparatos eléctricos y equipo de alumbrado		410-17, 410-18, 410-19, 410-21, 410-105(b)
Áreas peligrosas (clasificadas)	500-517	
Cables y cordones flexibles		400-22, 400-23
Canalizaciones prealumbradas		365-9
Capacitores		460-10, 460-27
Casas móviles, casas prefabricadas y sus estacionamientos	550	
Celdas electrolíticas	668	
Circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 para control remoto, señalización y de potencia limitada		725-6
Circuitos de comunicación	800	
Circuitos derivados		210-5, 210-6, 210-7
Circuitos y equipos que operan a menos de 50 V		
Conductores para alambrado en general	720 310	
Construcciones agrícolas		547-8
Construcciones flotantes		553-8, 553-10, 553-11
Desconectores		380-12
Elevadores, montacargas, escaleras eléctricas y pasillos móviles, escaleras y elevadores para sillas de ruedas	620	230-63
Equipos de acometida	665	427-21, 427-29
Equipos de calentamiento por inducción y por pérdidas dieléctricas		427-48,
Equipo eléctrico fijo para calentamiento de tuberías y recipientes		426-27
Equipo eléctrico fijo para descongelar y derretir nieve		424-14
Equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente		640-4
Equipos de grabación de sonido y similares		645-15
Equipos de procesamiento de datos y de cómputo electrónico		

Equipos de radio y televisión	810	
Equipos de rayos X	660	517-78
Estudios de cine, televisión y lugares similares		530-20, 530-66
Grúas y polipastos	610	
Instalaciones en lugares de atención de la salud	517	
Equipos que operan a tensiones eléctricas nominales mayores de 600 V		
Maquinaria industrial	670	
Máquinas de riego operadas o controladas eléctricamente		710-4(b)(1) 675-11(c), 675-12, 675-13, 675-14 675-15
Marinas y muelles		555-7
Motores, circuitos de motores y sus controladores	430	
Organos tubulares	650	
Tableros de distribución y tableros de alumbrado y control		384-20
Luminarios, portalámparas, lámparas y receptáculos		410-58, 210-7
Salidas, dispositivos, cajas de jalado y de empalmes, cajas de paso y accesorios		370-4, 370-25 780-3
Sistemas de distribución programada		504-50
Sistemas intrínsecamente seguros		760-6
Sistemas de señalización para protección contra incendios		690-41, 690-42, 690-43, 690-45
Sistemas solares fotovoltaicos		690-44
Tableros de distribución y tableros de alumbrado y control		384-3(d), 384-11
Teatros, áreas de audiencia en cines y estudios de televisión y lugares similares		520-81
Transformadores y bóvedas de transformadores		450-10
Uso e identificación de los conductores puestos a tierra	200	
Vehículos de recreo y sus estacionamientos	551	

B. Puesta a tierra de circuitos y sistemas eléctricos

250-3. Sistemas de corriente eléctrica continua (c.c.)

a) **Sistemas de corriente eléctrica continua de dos conductores.** Los sistemas de c.c. de dos conductores que suministren energía al sistema de alambrado de usuarios, deben estar puestos a tierra.

Excepción 1: Un sistema equipado con un detector de falla a tierra y que suministre energía sólo a equipos industriales en zonas limitadas.

Excepción 2: Un sistema que funcione a 50 V o menos entre conductores.

Excepción 3: Un sistema que funcione a más de 300 V entre conductores.

Excepción 4: Un sistema de c.c. derivado de un rectificador y alimentado desde un sistema de c.a. que cumpla con 250-5.

Excepción 5: Los circuitos de c.c. de alarma contra incendios con una corriente eléctrica máxima de 0,030 A, como se especifica en el Artículo 760 Parte C.

b) **Sistemas de corriente eléctrica continua de tres conductores.** El conductor neutro de todos los sistemas de c.c. de tres conductores que suministren energía al sistema de alambrado de usuarios debe ser puesto 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 atienden 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 503-13.

b) Instituciones de salud (clínicas y hospitales). Los circuitos que establece el Artículo 517.

c) Celdas electrolíticas. Los circuitos que establece el Artículo 668.

C. Ubicación de las conexiones de puesta a tierra de los sistemas

250-21. Corrientes eléctricas indeseables en los conductores de puesta a tierra

a) Arreglo del sistema para evitar corrientes eléctricas indeseables. La puesta a tierra de sistemas eléctricos, circuitos, apartarrayos y elementos metálicos de equipo y materiales que normalmente no conducen corriente, debe realizarse de tal manera que se eviten trayectorias que favorezcan la circulación de corrientes indeseables por los conductores de puesta a tierra.

b) Modificaciones para evitar corrientes eléctricas indeseables. Si la instalación de varias conexiones de puesta a tierra producen un flujo de corrientes eléctricas indeseables, se permite hacer una o más de las siguientes modificaciones, siempre que se cumplan los requisitos de 250-51:

1) Desconectar una o más de dichas conexiones de puesta a tierra, pero no todas.

2) Cambiar la posición de las conexiones a tierra.

3) Interrumpir la continuidad del conductor o de la trayectoria conductora interconectando las conexiones de puesta a tierra.

4) Tomar otras medidas adecuadas.

c) **Corriente eléctrica temporal que no se considera indeseable.** A efectos de lo especificado en los anteriores incisos, no se consideran corrientes eléctricas indeseables a las temporales que se produzcan accidentalmente, como las debidas a fallas a tierra, y que se presentan sólo mientras los conductores de puesta a tierra cumplen sus funciones de protección previstas.

d) **Limitaciones a las alteraciones permitidas.** Las disposiciones de esta Sección no se deben tomar como permiso de utilización de equipo electrónico en instalaciones o circuitos derivados de c.a. que no estén puestos a tierra como lo exige este Artículo. Las corrientes eléctricas que originan ruidos o errores en los datos de equipos electrónicos no se consideran como las corrientes eléctricas indeseables de las que trata esta Sección.

250-22. Punto de conexión de sistemas de c.c. Los sistemas de c.c. puestos a tierra deben tener sus conexiones de puesta a tierra en una o más de sus fuentes de alimentación. La conexión de puesta a tierra no debe hacerse en acometidas individuales ni en ningún otro punto del sistema de alambrado del usuario.

Excepción: Cuando la fuente de alimentación del sistema de c.c. esté situada en el sistema de alambrado del usuario, se debe hacer una conexión de puesta a tierra (1) en la fuente de alimentación o en el primer medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente del sistema o (2) mediante cualquier otro medio que ofrezca una protección equivalente al sistema y que utilice equipos aprobados e identificados para ese uso.

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.

250-24. Suministro de energía desde la misma acometida a dos o más edificios o estructuras

a) Sistemas puestos a tierra. Cuando se suministre energía desde la misma acometida de corriente alterna a dos o más edificios o estructuras, el sistema puesto a tierra en cada edificio o estructura debe tener un electrodo de puesta a tierra como se describe en la Parte H, conectado al envolvente metálico del medio de desconexión del edificio, y al conductor puesto a tierra de la instalación de c.a., en el lado de alimentación del medio de desconexión del edificio. Cuando el conductor de puesta a tierra del equipo, descrito en 250-91(b), no vaya junto con los conductores del circuito de suministro, el tamaño nominal del conductor puesto a tierra de la instalación de c.a. en el lado de alimentación del medio de desconexión, no debe ser inferior al tamaño nominal especificado en la Tabla 250-95 para los conductores de puesta a tierra de equipo.

Excepción 1: No es necesario un electrodo de puesta a tierra en edificios o estructuras independientes cuando sólo tengan un circuito derivado y en el edificio o estructura no haya equipo que requiera la puesta a tierra.

Excepción 2: No es necesario conectar el conductor puesto a tierra del circuito al electrodo de puesta a tierra en un edificio o estructura independiente, si se instala un conductor de puesta a tierra de equipo junto con los conductores del circuito para la puesta a tierra de cualquier equipo metálico que no conduce corriente eléctrica, sistemas interiores de tubería metálica y estructuras metálicas del edificio y el conductor de puesta a tierra del equipo va conectado al electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de otro edificio o estructura, como se describe en la Parte H. Si no hay electrodos de puesta a tierra y el edificio o estructura recibe el suministro de más de un circuito derivado, se debe instalar un electrodo de puesta a tierra que cumpla los requisitos de la Parte H. En establos, la parte del conductor de puesta a tierra del equipo que va subterránea hasta el medio de desconexión debe ser de cobre aislado o forrado.

NOTA: En cuanto a los requisitos especiales para la puesta a tierra de edificios agrícolas, véase la Excepción de 547-8(a).

b) Sistemas no puestos a tierra. Cuando dos o más inmuebles o estructuras estén alimentados por una acometida común de un sistema no puesto a tierra desde un solo equipo de acometida, cada inmueble o estructura debe tener un electrodo de puesta a tierra, como se especifica en la Parte H, conectado a la envolvente metálica de los medios de desconexión del inmueble o estructura.

Excepción 1: No es necesario un electrodo de puesta a tierra en edificios o estructuras independientes cuando sólo se alimenta un circuito derivado y en el edificio o estructura no haya equipo que requiera la puesta a tierra.

Excepción 2: No se requiere un electrodo de puesta tierra ni conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra a la envolvente metálica del medio de desconexión del edificio o estructura, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

a. Se instale un conductor de puesta a tierra de equipo con los conductores del circuito hasta el medio de desconexión del edificio o estructura para la puesta a tierra cualquier equipo metálico que no conduce corriente, sistemas de tuberías metálicas interiores y estructuras metálicas del edificio.

b. No existan electrodos de puesta a tierra como se describen en la Parte H.

c. El edificio o estructura se alimente solamente por un circuito derivado.

d. En establos, la parte del conductor de puesta a tierra del equipo que vaya subterránea hasta el medio de desconexión, debe ser de cobre aislado o forrado.

NOTA: Véase la Excepción de 547-8(a), para los requisitos especiales de puesta a tierra en edificios agrícolas.

c) Medios de desconexión situados en edificios o estructuras separadas pero en la misma instalación del usuario. Cuando haya uno o más medios de desconexión que suministren energía a uno o más edificios o estructuras bajo la misma administración y esos medios de desconexión estén situados fuera de esos edificios o estructuras según lo establecido en 225-8(b), Excepciones 1 y 2, deben cumplirse las siguientes condiciones:

1) No debe realizarse la conexión del conductor puesto a tierra del circuito al electrodo de puesta a tierra en un edificio o estructura independiente.

2) Debe tenderse, junto con los conductores del circuito hasta un edificio o estructura independiente, un conductor de puesta a tierra para equipo metálico no energizado normalmente, para sistemas tubería metálica interiores y para estructuras metálicas de edificios, y conectarse a los electrodos de puesta a tierra existente descritos en la Parte H o, si no existieran esos electrodos, se debe instalar un electrodo de puesta a tierra que cumpla los requisitos de la Parte H, cuando se suministre energía desde un edificio o estructura independiente a más de un circuito derivado.

3) La unión del conductor de puesta a tierra del equipo al conductor del electrodo de puesta a tierra a un edificio o estructura independiente, se debe hacer en una caja de conexión, panel de alumbrado y control o envolvente similar situado inmediatamente dentro o fuera del otro edificio o estructura.

Excepción 1: No es necesario un electrodo de puesta a tierra en edificios o estructuras independientes cuando sólo se alimente un circuito derivado y en el edificio o estructura no haya equipo que requiera la puesta a tierra.

Excepción 2: En establos, la parte del conductor de puesta a tierra del equipo que vaya subterránea hasta el medio de desconexión, debe ser de cobre aislado o forrado.

d) Conductor de puesta a tierra. El tamaño nominal del conductor de puesta a tierra hasta el electrodo o electrodos de puesta a tierra, no debe ser inferior a lo indicado en la Tabla 250-95 y su instalación debe cumplir con lo establecido en 250-92(a) y (b).

Excepción 1: No se exige que el conductor de puesta a tierra tenga un tamaño nominal mayor que el mayor de los conductores no puestos a tierra del suministro.

Excepción 2: Cuando se conecte a electrodos de puesta a tierra fabricados, como se indica en 250-83(c) o (d), no se exige que la parte del conductor de puesta a tierra que constituya la única conexión entre el electrodo o electrodos de puesta a tierra y el conductor de puesta a tierra o puesto a tierra o la envolvente metálica del medio de desconexión del edificio, sea de mayor tamaño nominal de $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) en cobre o que $21,2 \text{ mm}^2$ (4 AWG) en aluminio.

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 $2,08 \text{ mm}^2$ (14 AWG).

Excepción 2: Lo establecido en 250-27, 250-153 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 permita 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, 250-153 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.

250-27. Conexiones de sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia. Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia, tal como se permite en la Excepción 5 de 250-5(b), deben cumplir las siguientes condiciones:

a) Ubicación de la impedancia de puesta a tierra. La impedancia de puesta a tierra debe instalarse entre el conductor del electrodo (o sistema de electrodos) de puesta a tierra y el neutro del sistema. Cuando no haya neutro disponible, la impedancia de puesta a tierra se debe instalar entre el conductor del electrodo (o sistema de electrodos) de puesta a tierra y el neutro derivado de un transformador de puesta a tierra.

b) Conductor neutro. El conductor procedente del punto neutro de un transformador o de un generador hasta su punto de conexión con la impedancia de puesta a tierra, debe estar completamente aislado.

El conductor neutro debe tener una capacidad de conducción de corriente no inferior a la corriente eléctrica máxima nominal de la impedancia de puesta a tierra. En ningún caso el conductor neutro debe ser inferior a $8,37 \text{ mm}^2$ (8 AWG) en cobre o a $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) en aluminio.

c) Conexión del neutro del sistema. El conductor neutro del sistema no debe ser puesto a tierra excepto a través de la impedancia de puesta a tierra.

NOTA: La impedancia se elige normalmente para que limite la intensidad de una corriente eléctrica de falla a tierra, a un valor igual o ligeramente superior a la carga capacitiva del sistema. Ese valor de impedancia

debe limitar también las sobretensiones transitorias a valores seguros. Puede consultarse el Apéndice B2 para la orientación sobre los criterios para limitar las sobretensiones transitorias.

d) Trayectoria del conductor neutro. Se permite instalar el conductor que conecta el punto neutro de un transformador o de un generador a una impedancia de puesta a tierra en una canalización independiente. No es necesario que este conductor se instale junto a los conductores de fase hasta el primer medio de desconexión o dispositivo contra sobrecorriente del sistema.

e) Puente de unión del equipo. El puente de unión del equipo (la conexión entre los conductores de puesta a tierra del equipo y la impedancia de puesta a tierra) debe ser un conductor sin empalmes que corra desde el primer medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente del sistema hasta el lado puesto a tierra de la impedancia de puesta a tierra.

f) Ubicación del conductor al electrodo de puesta a tierra. El conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar en cualquier punto a partir del lado puesto a tierra de la impedancia de tierra a la conexión de puesta a tierra del equipo en la acometida o en el primer medio de desconexión del sistema.

D. Puesta a tierra de envolventes y canalizaciones

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. Envolventes y canalizaciones para otros conductores. Deben ser puestos a tierra los envolventes 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 envolventes 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 envolventes 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 envolventes 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) Organos 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: Envolventes 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 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: 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).

F. Método de puesta a tierra

250-50. Conexiones de los conductores de puesta a tierra de equipo. Las conexiones de los conductores de puesta a tierra del equipo en la fuente de suministro de los sistemas derivados separadamente, se deben hacer de acuerdo con lo indicado en 250-26(a). Las conexiones de los conductores de puesta a tierra del equipo de la acometida, se deben hacer según los siguientes incisos:

a) En sistemas puestos a tierra. La conexión se debe hacer por la unión del conductor de puesta a tierra de equipo, al conductor puesto a tierra de la acometida y al conductor del electrodo de puesta a tierra.

b) En sistemas no puestos a tierra. La conexión se debe hacer por la unión del conductor de puesta a tierra de equipo, al conductor del electrodo de puesta a tierra.

Excepción a (a) y (b): Para reemplazar los receptáculos sin terminal de puesta a tierra por receptáculos con terminal de puesta a tierra y para ampliaciones de circuitos derivados sólo de instalaciones ya existentes que no tengan conductor de puesta a tierra de equipo en el circuito derivado, se permite que el conductor de puesta a tierra de los receptáculos con terminal de puesta a tierra se conecte a un punto accesible de la instalación del electrodo de puesta a tierra, como se indica en 250-81 o a cualquier punto accesible del conductor del electrodo de puesta a tierra.

NOTA: Para el uso de receptáculos con interruptor de circuitos con protección por falla a tierra, véase 210-7(d).

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.

250-56. Tramos cortos de una canalización. Cuando se requiera la puesta a tierra de tramos aislados de una canalización metálica o del blindaje de un cable, se debe hacer según 250-57.

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.

a) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipo. Todos los permitidos por 250-91(b).

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:

a. Quitando el aislamiento o el recubrimiento en toda la parte expuesta.

b. Pintando de verde el aislamiento o el recubrimiento expuesto, o

c. 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:

a. Quitando el aislamiento o el recubrimiento en toda la parte expuesta.

b. Pintando de verde el aislamiento o el recubrimiento expuesto.

c. 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.

250-58. Equipo considerado eficazmente puesto a tierra. En las condiciones especificadas en los siguientes incisos, se considera que las partes metálicas no conductoras de equipo están eficazmente puestas a tierra.

a) **Equipos sujetos a soportes metálicos puestos a tierra.** Los equipo eléctricos sujetos y en contacto eléctrico con bastidores o con estructuras metálicas diseñados para su soporte y puestos a tierra por uno de los medios indicados en 250-57. No se debe usar la estructura metálica de un edificio como conductor de puesta a tierra de equipo de c.a.

b) **Estructura de elevadores metálicos.** Las estructuras de elevadores metálicos sujetos a cables metálicos que los elevan, unidos o que circulan sobre carretes o tambores metálicos de las máquinas de los elevadores puestos a tierra por alguno de los métodos indicados en 250-57.

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.

250-60. Carcasas de estufas y secadoras de ropa. Esta Sección se debe aplicar sólo a los circuitos derivados existentes. Los circuitos derivados de una nueva instalación deben cumplir lo establecido en 250-57 y 250-59. Las carcasas de estufas eléctricas, hornos montados en la pared, secadoras de ropa y salidas o cajas de empalmes que formen parte del circuito de esos aparatos, deben ser puestos a tierra según se especifica en 250-57 o 250-59 o se permite que sean puestos a tierra por el conductor de un circuito puesto a tierra, excepto en las casas móviles y vehículos recreativos, si se cumplen además todas las condiciones establecidas a continuación:

a) El circuito de suministro es monofásico a tres conductores, 120/240 V; o 220Y/127 V, 208Y/120 V, tres fases cuatro conductores en estrella.

b) El conductor puesto a tierra no es inferior a 5,26 mm² (10 AWG) en cobre o a 13,3 mm² (6 AWG) en aluminio.

c) El conductor puesto a tierra está aislado; o el conductor puesto a tierra sin aislar forma parte de un cable de acometida Tipo SE y el circuito derivado se origina en el equipo de acometida.

d) Los contactos de puesta a tierra de receptáculos con terminal de puesta a tierra suministrados como parte del equipo están unidos con el 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 carcasas 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.

250-62. Conexiones para circuitos múltiples. Cuando se requiera la puesta a tierra de un equipo que esté alimentado mediante conexiones independientes a más de un circuito o en sistemas puestos a tierra de sistemas de alambrado de usuarios, debe haber un medio de puesta a tierra en cada una de esas conexiones, como se especifica en 250-57 y 250-59.

G. Unión

250-70. Disposiciones generales. Cuando sea necesario para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad de conducir con seguridad cualquier corriente eléctrica que pudiera producirse por falla a tierra, se deben hacer las uniones pertinentes.

250-71. Equipo de la acometida

a) Unión del equipo de la acometida. Las partes metálicas no conductoras de equipo que se indican en los siguientes incisos, se deben unirse entre sí de manera efectiva:

- 1) Excepto lo que se permita en 250-55, las canalizaciones de acometida, charolas, estructuras de electroductos, armadura o blindaje de los cables.
- 2) Todos los envolventes de equipo de acometida que contengan conductores, conexión de medidores, cajas o similares, interpuestos en la canalización o blindaje.
- 3) Cualquier canalización metálica o envoltorio por los que se lleve un conductor al electrodo de puesta a tierra, tal como se permite en 250-92(a). Las conexiones se deben hacer en cada extremo y en todas las canalizaciones, cajas y envolventes que existan entre el equipo de acometida y el electrodo de puesta a tierra.

b) Unión con otros sistemas. En la acometida debe haber como mínimo un medio accesible fuera de los envolventes para conectar las uniones y los conductores de puesta a tierra con otros sistemas, formado por lo menos por uno de los medios siguientes:

- 1) Canalizaciones metálicas de la acometida expuestas.
- 2) El conductor al electrodo de puesta a tierra expuesto.
- 3) Un medio aprobado para la conexión externa de un conductor de unión o de puesta a tierra, de cobre u otro elemento resistente a la corrosión, a la canalización o al equipo de la acometida.

A efectos de la existencia de un medio accesible para la conexión de sistemas, se considera equipo de acometida a los medios de desconexión de un edificio o estructura independiente, tal como se permite en 250-24, y los medios de desconexión de las casas móviles permitidos en la Sección 550-23(a).

NOTA 1: Un ejemplo de dispositivo aprobado mencionado en el párrafo anterior (3), es un conductor de cobre de 13,3 mm² (6 AWG) con un extremo unido a la canalización o al equipo de acometida y más de 150 mm del otro extremo accesible por la parte exterior.

NOTA 2: Para las conexiones y puesta a tierra de circuitos de comunicaciones, radio, televisión y televisión por cable (CATV), véanse 800-40, 810-21 y 820-40.

250-72. Método de unión del equipo de la acometida. La continuidad eléctrica del equipo de acometida debe estar asegurada por uno de los métodos especificados en los siguientes incisos:

a) Conductor puesto a tierra de acometida. Unión del equipo al conductor de acometida puesto a tierra por alguno de los métodos indicados en 250-113.

b) Conexiones roscadas. Cuando haya tubo (conduit) metálicos tipo pesado o semipesado, las conexiones mediante rosca o tubos roscados en los envolventes, se deben apretar con llave.

c) Acoplamiento y conectores sin rosca. Para las uniones que requiere esta Sección, deben utilizarse acoplamiento y conectores sin rosca para los de tubo (conduit) metálico tipos pesado, semipesado y ligero. No deben usarse tuercas y monitores en estas tuberías.

d) Puentes de unión. Los puentes de unión que cumplan los demás requisitos de este Artículo se deben usar en tomas concéntricas o excéntricas perforadas o hechos de cualquier otra forma que no afecten la conexión eléctrica de puesta a tierra.

e) Otros dispositivos. Otros dispositivos aprobados, como contratueras y monitores para puesta a tierra.

250-73. Cable de acometida con blindaje o cinta metálica. El blindaje o cinta metálica de un cable de acometida que tenga un conductor de acometida puesto a tierra y no aislado, en contacto eléctrico continuo con su blindaje o cinta metálica, se considera como puesto a tierra.

250-74. Conexión de la terminal de puesta a tierra de un receptáculo a la caja. Se debe realizar una conexión de la terminal de puesta a tierra de un receptáculo a la caja de conexiones efectivamente puesta a tierra.

Excepción 1: Cuando la caja vaya montada en una superficie con contacto metálico directo entre el soporte y la propia caja, se permite la puesta a tierra del receptáculo a la caja. Esta excepción no se aplica a los receptáculos montados en las tapas, a no ser que la caja y la tapa estén aprobadas y listadas como un conjunto que proporcione una continuidad satisfactoria a tierra entre la caja y el receptáculo.

Excepción 2: Se permite que los dispositivos o soportes de contacto diseñados, aprobados y listados para este fin formen, junto con los tornillos que los sujetan, el circuito de puesta a tierra entre el soporte del dispositivo y la caja montada en la pared.

Excepción 3: Las cajas en el piso diseñadas y aprobadas para ofrecer una continuidad satisfactoria a tierra entre la caja y el dispositivo.

Excepción 4: Cuando sea necesario para reducir el ruido eléctrico (interferencias electromagnéticas) en el circuito de puesta a tierra, se permite un receptáculo en el que la terminal de puesta a tierra esté aislada intencionadamente de los medios de montaje del contacto. El receptáculo debe ser puesto a tierra por medio de un conductor aislado que vaya con los conductores del circuito. Este conductor de puesta a tierra puede pasar a través de uno o más tableros de alumbrado y control sin necesidad de conectarlo a las terminales de puesta a tierra de los mismos, como se permite en 384-20, excepto que termine dentro del mismo edificio o estructura, directamente en la terminal de un conductor de puesta a tierra de equipo de la correspondiente acometida o del sistema derivado separadamente.

NOTA: El uso de un conductor de puesta a tierra aislado para equipo no exime del requisito de poner a tierra la canalización y la caja.

250-75. Puente de unión de otras estructuras. Las canalizaciones metálicas, soportes tipo charola para cables, blindajes de cables, forros de cables, envolventes, tableros, herrajes y otras partes metálicas que no lleven normalmente corriente eléctrica y que puedan servir como conductores de puesta a tierra con o sin conductores suplementarios de puesta a tierra de equipo, se deben conectar eficazmente cuando sea necesario para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad del circuito para conducir con seguridad cualquier corriente eléctrica que pudiera producirse por falla a tierra en el mismo. Se deben quitar de las roscas, puntos y superficies de contacto todas las pinturas, barnices o recubrimientos similares no conductores o conectarlos por medio de herrajes diseñados de manera que hagan tal eliminación innecesaria.

Excepción: Cuando sea necesario para reducir el ruido eléctrico (interferencias electromagnéticas) en el circuito de puesta a tierra, se permite que un envolvente en el que haya equipo instalado y al que se alimente desde un circuito derivado, esté aislado de una canalización que contenga cables que alimenten sólo a este equipo, por medio de uno o más herrajes de canalizaciones no metálicas aprobadas y listadas situadas en el punto de conexión de la canalización con el envolvente. La canalización metálica debe cumplir lo establecido en este Artículo y debe ir complementada por un conductor aislado interno instalado de acuerdo con lo indicado en la Excepción 4 de 250-74, para que sirva de conexión de puesta a tierra del envolvente del equipo.

NOTA: El uso de un conductor de puesta a tierra aislado para equipo no exime del requisito de poner a tierra la canalización y la caja.

250-76. Unión en instalaciones a más de 250 V. En circuitos a más de 250 V a tierra, que contengan conductores que no sean los de la acometida, se debe asegurar la continuidad eléctrica de las canalizaciones

metálicas y de cables con cubierta metálica por medio de uno o más de los métodos especificados para las acometidas en 250-72(b) a (e).

Excepción: Cuando no haya tapas de las cajas de empalmes de mayor tamaño nominal, concéntricas o excéntricas o cuando se hayan probado tapas concéntricas o excéntricas y el envolvente esté aprobado y listado para ese uso, se permiten los siguientes medios:

- a. Uniones y conectores sin rosca para cables con forro metálico.
- b. Tuerca y contratuerca en un tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado, una dentro y otra fuera de la caja o envolvente.
- c. Herrajes con lengüetas que asienten firmemente el envolvente, como los conectadores para tubo (conduit) metálico tipo ligero, conectadores para tubo (conduit) metálico flexible y conectadores de cables con una tuerca dentro de cajas y envolventes.
- d. Otros herrajes aprobados.

250-77. Unión de canalizaciones metálicas con juntas de expansión. Los herrajes de dilatación y las partes telescópicas de las canalizaciones metálicas deben hacerse eléctricamente continuas mediante puentes de unión del equipo u otros medios.

250-78. Unión en áreas peligrosas (clasificadas). Independientemente de la tensión eléctrica del sistema eléctrico, se debe asegurar la continuidad eléctrica de las partes metálicas no conductoras de equipo, canalizaciones y otros envolventes en las áreas peligrosas (clasificadas) que define el Artículo 500, por cualquiera de los medios especificados para las acometidas en 250-72 y que estén aprobados para los métodos de instalación utilizados.

250-79. Puente de unión principal y puente del equipo

a) Material. Los puentes de unión principal y del equipo deben ser de cobre o de otro material resistente a la corrosión. Un puente de unión principal o un puente de unión según lo exigido en 250-26(a) puede ser un cable, alambre, tornillo o conductor equivalente adecuado.

b) Construcción. Cuando el puente de unión principal sea un solo tornillo, éste se debe identificar mediante un color verde que sea visible con el tornillo instalado.

c) Sujeción. Los puentes de unión principal y de equipo se deben sujetar según se establece en 250-113 para los circuitos y equipo y en 250-115 para los electrodos de puesta a tierra.

d) Tamaño nominal de los puentes del equipo y de unión principal en el lado de suministro de la acometida. El puente de unión no debe ser de menor tamaño nominal que lo establecido en la Tabla 250-94 para los conductores del electrodo de puesta a tierra. Cuando los conductores de fase de entrada a la acometida sean de cobre de más de 557 mm² (1 100 kcmils) o de aluminio de 887 mm² (1 750 kcmils), el puente de unión debe tener un tamaño nominal no inferior a 12,5% que el mayor conductor de fase excepto que, cuando los conductores de fase y el puente de unión sean de distinto material (cobre o aluminio), el tamaño nominal mínimo del puente de unión se debe calcular sobre la hipótesis del uso de conductores de fase del mismo material que el puente de unión y con una capacidad de conducción de corriente equivalente a la de los conductores de fase instalados. Cuando se instalen conductores de entrada a la acometida en paralelo en dos o más cables o canalizaciones, el puente de unión de equipo, si está instalado junto con esos cables o canalizaciones, debe instalarse en paralelo. El tamaño nominal del puente de unión de cada canalización o cable se debe calcular a partir de los conductores de la acometida en cada cable o canalización.

El puente de unión de la canalización del conductor de un electrodo de puesta a tierra o cable blindado, como se indica en 250-92(b), debe ser del mismo tamaño nominal o mayor que el correspondiente conductor del electrodo de puesta a tierra. En sistemas de corriente eléctrica continua, el tamaño nominal del puente de unión no debe ser inferior al del conductor de puesta a tierra del sistema, tal como se especifica en 250-93.

e) Tamaño nominal del puente de unión del lado de la carga de la acometida. El puente de unión de equipo del lado de la carga de los dispositivos de sobrecorriente de la acometida no debe ser inferior al tamaño nominal que se indica en la Tabla 250-95. Se permite conectar con un solo puente de unión común continuo dos o más canalizaciones o cables, si el puente tiene un tamaño nominal de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95 para el mayor de los dispositivos de sobrecorriente que protege a los circuitos conectados al mismo.

Excepción: No es necesario que el puente de unión para equipo sea de mayor tamaño nominal que los conductores de los circuitos que suministran energía a los mismos, pero no debe ser inferior a 2,08 mm² (14 AWG).

f) Instalación del puente de unión de equipo. Se permite instalar el puente de unión de equipo dentro o fuera de una canalización o de un envolvente. Si se instala fuera, la longitud del puente no debe ser mayor que 1,8 m y debe ir junto con la canalización o envolvente. Cuando se instale dentro de la canalización, el puente de unión de equipo debe cumplir los requisitos establecidos en 250-114 y 310-12(b).

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 puesta 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.

H. Sistema de electrodos de puesta a tierra

250-81. Sistema de electrodos de puesta a tierra. Si existen en la propiedad, en cada edificio o estructura perteneciente a la misma, los elementos (a) a (d) que se indican a continuación y cualquier electrodo de puesta a tierra prefabricado instalado de acuerdo con lo indicado en 250-83(c) y 250-83(d), deben conectarse entre sí para formar el sistema de electrodos de puesta a tierra. Los puentes de unión se deben instalar de acuerdo con lo indicado en 250-92(a) y 250-92(b), deben dimensionarse según lo establecido en 250-94 y deben conectarse como se indica en 250-115.

Se permite que el conductor del electrodo de puesta a tierra sin empalmes llegue hasta cualquier electrodo de puesta a tierra disponible en el sistema de electrodos de puesta a tierra. Debe dimensionarse de acuerdo con el conductor para electrodo de puesta a tierra exigido entre todos los electrodos disponibles.

La conexión entre los electrodos se hará independientemente del uso de cada uno.

NOTA: En el terreno o edificio pueden existir electrodos o sistemas de tierra para equipos de cómputo, pararrayos, telefonía, comunicaciones, subestaciones o acometida, apartarrayos, entre otros, y todos deben conectarse entre sí.

Excepción 1: Se permite empalmar el conductor del electrodo de puesta a tierra mediante conectores a presión aprobados para este fin o mediante el proceso de soldadura exotérmica.

La tubería metálica interior para agua situada a más de 1,5 m del punto de entrada en el edificio, no debe utilizarse como parte de la instalación del electrodo de puesta a tierra o como conductor para conectar electrodos de puesta a tierra que formen parte de dicha instalación.

Excepción 2: En las construcciones industriales y comerciales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado atiende la instalación y la tubería metálica interior para agua que se vaya a utilizar como conductor esté expuesta en toda su longitud.

NOTA: Para los requisitos especiales de conexión y puesta a tierra en edificios agrícolas, véase 547-8.

Los electrodos permitidos para puesta a tierra son los que se indican de (a) a (d). En ningún caso se permite que el valor de resistencia a tierra del sistema de electrodos de puesta a tierra sea superior a 25 Ω .

a) Tubería metálica subterránea para agua. Una tubería metálica subterránea para agua en contacto directo con la tierra a lo largo de 3 m o más (incluidos los ademes metálicos de pozos efectivamente unidos a la tubería) y con continuidad eléctrica (o continua eléctricamente mediante la unión de las conexiones alrededor de juntas aislantes, o secciones aislantes de tubos) hasta los puntos de conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra y de los conductores de unión. La continuidad de la trayectoria de puesta a tierra o de la conexión de unión de la tubería interior no se debe hacer a través de medidores de consumo de agua, filtros o equipo similares. Una tubería metálica subterránea para agua se debe complementar mediante un electrodo adicional del tipo especificado en 250-81 o 250-83. Se permite que este electrodo de puesta a tierra suplementario esté unido al conductor del electrodo de puesta a tierra, al conductor de la acometida puesto a tierra, la canalización de la acometida puesta a tierra o cualquier envolvente de la acometida puesto a tierra.

Cuando este electrodo suplementario sea prefabricado como se establece en 250-83(c) o 250-83(d), se permite que la parte del puente de unión que constituya la única conexión con dicho electrodo suplementario no sea mayor que un cable de cobre de 13,3 mm² (6 AWG) o un cable de aluminio de 21,2 mm² (4 AWG).

Excepción: Se permite que el electrodo de puesta a tierra suplementario vaya conectado a la tubería metálica interior para agua en cualquier punto que resulte conveniente, como se explica en la Excepción 2 de 250-81.

b) Estructura metálica del edificio. La estructura metálica del edificio, cuando esté puesta a tierra eficazmente.

c) Electrodo empotrado en concreto. Un electrodo empotrado como mínimo 50 mm en concreto, localizado en y cerca del fondo de un cimiento o zapata que esté en contacto directo con la tierra y que conste como mínimo de 6 m de una o más varillas de acero desnudo o galvanizado o revestido de cualquier otro recubrimiento eléctricamente conductor, de no menos de 13 mm de diámetro o como mínimo 6,1 m de conductor de cobre desnudo de tamaño nominal no inferior a 21,2 mm² (4 AWG).

d) Anillo de tierra. Un anillo de tierra que rodee el edificio o estructura, en contacto directo con la tierra y a una profundidad bajo la superficie no inferior a 800 mm que conste como mínimo en 6 m de conductor de cobre desnudo de tamaño nominal no inferior a 33,6 mm² (2 AWG).

250-83. Electrodos especialmente contruidos. 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 contruidos especialmente deben enterrarse por debajo del nivel de humedad permanente. Los electrodos de puesta a tierra especialmente contruidos 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.

I. Conductores de puesta a tierra

250-91. Materiales. Los materiales de los conductores de puesta a tierra se especifican en los incisos siguientes:

a) **Conductor del electrodo de puesta a tierra.** El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre o de otro material resistente a la corrosión. El material elegido debe ser resistente a la corrosión que pueda producirse en la instalación, y debe estar adecuadamente protegido contra la corrosión. El conductor debe ser alambre o cable, aislado, forrado o desnudo y debe ser de un solo tramo continuo, sin empalmes ni uniones.

Excepción 1: Se permiten empalmes en barras conductoras.

Excepción 2: Cuando haya una acometida con más de un envolvente, como se permite en la Excepción 2 de 230-40, está permitido conectar derivaciones al conductor del electrodo de puesta a tierra. Cada una de estas derivaciones debe llegar hasta el interior del envolvente. El tamaño nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar de acuerdo con lo indicado en 250-94, pero los conductores de la derivación pueden tener un tamaño nominal de acuerdo con los conductores del electrodo de puesta a tierra especificados en 250-94, según el conductor de mayor tamaño nominal que entre en los respectivos envoltentes. Los conductores de la derivación se deben conectar al conductor del electrodo de puesta a tierra de modo que este conductor no contenga ningún empalme o unión.

Excepción 3: Se permite empalmar el conductor del electrodo de puesta a tierra por medio de conectores de presión del tipo irreversible aprobados para ese fin o mediante un proceso de soldadura exotérmica.

b) Tipos de conductores para la puesta a tierra de equipo. El conductor de puesta a tierra de equipo tendido con los conductores del circuito o canalizado con ellos, debe ser de uno de los siguientes tipos o una combinación de varios de ellos:

(1) un conductor de cobre u otro material resistente a la corrosión. Este conductor debe ser alambre o cable, aislado, cubierto o desnudo y formar un cable o barra de cualquier forma;

(2) un tubo (conduit) metálico tipo pesado;

(3) un tubo (conduit) metálico tipo semipesado;

(4) un tubo (conduit) metálico tipo ligero;

(5) un tubo (conduit) metálico flexible, si tanto el tubo (conduit) como sus accesorios están aprobados para puesta a tierra;

(6) la armadura de un cable de tipo AC;

(7) el blindaje de cobre de un cable con blindaje metálico y aislamiento mineral;

(8) el blindaje metálico de los conductores con blindaje metálico y los conductores de puesta a tierra que sean cables de tipo MC;

(9) canalizaciones prealambradas, tal como se permite en 365-2(a);

(10) otras canalizaciones metálicas con continuidad eléctrica, aprobadas para utilizarse para puesta a tierra.

Excepción 1: Cuando los conductores de un circuito, como los contenidos en este Artículo, estén protegidos por dispositivos de sobrecorriente de 20 A nominales o menos, se permiten como medios de puesta a tierra de esos circuitos a tubo (conduit) metálico flexible y tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos con designación de 12 (3/8) a 35 (1¼), siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

a. Que la longitud sumada del tubo (conduit) metálico flexible y del tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos en la misma trayectoria de puesta a tierra, no sea superior a 1,8 m.

b. Que el tubo (conduit) termine en accesorios aprobados y listados para puesta a tierra.

Excepción 2: Cuando los conductores de un circuito contenidos en ellos estén protegidos por dispositivos de sobrecorriente de más de 20 A nominales, pero que no excedan de 60 A, se permite utilizar como medios de puesta a tierra de esos circuitos al tubo (conduit) metálico flexible y hermético a los líquidos aprobado con designación de 12 (3/8) a 35 (1¼), siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

a. Que la longitud total del tubo (conduit) metálico flexible del tramo de retorno de tierra, no sea superior a 1,8 m.

b. Que no haya otro tubo (conduit) metálico flexible o tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos con designación de 12 (3/8) a 35 (1¼) que sirva como conductor de puesta a tierra de equipo en el mismo tramo de retorno de tierra.

c. Que el tubo (conduit) termine en accesorios aprobados para puesta a tierra.

c) Electrodo suplementario de puesta a tierra. Se permite conectar electrodos suplementarios de puesta a tierra a los conductores de puesta a tierra de equipo especificados en 250-91(b), pero el terreno natural no debe utilizarse como el único conductor de puesta a tierra de equipo.

250-92. Instalación. Los conductores de puesta a tierra deben instalarse como se especifica en los siguientes incisos:

a) Conductor del electrodo de puesta a tierra. Un conductor del electrodo de puesta a tierra o su envolvente debe sujetarse firmemente a la superficie sobre la que va instalado. Un conductor de cobre o aluminio de 21,2 mm² (4 AWG) o superior debe protegerse si está expuesto a daño físico severo. Se puede llevar un conductor de puesta a tierra de 13,3 mm² (6 AWG) que no esté expuesto a daño físico, a lo largo de la superficie del edificio sin tubería o protección metálica, cuando esté sujeto firmemente al edificio; si no, debe ir en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, ligero, en tubo (conduit) no metálico tipo pesado o un cable armado. Los conductores de puesta a tierra de tamaño nominal inferior a 13,3 mm² (6 AWG) deben alojarse en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, ligero, en tubo (conduit) no metálico tipo pesado o en cable armado.

No deben utilizarse como conductores de puesta a tierra, conductores aislados o desnudos de aluminio que estén en contacto directo con materiales de albañilería o terreno natural o si están sometidos a

condiciones corrosivas. Cuando se utilicen a la intemperie, los conductores de puesta a tierra de aluminio no deben instalarse a menos de 45 cm del terreno natural.

b) Envolventes para conductores del electrodo de puesta a tierra. Las envolventes metálicas del conductor del electrodo de puesta a tierra deben ser eléctricamente continuas desde el punto de conexión a los envolventes o equipo hasta el electrodo de puesta a tierra, y deben estar sujetas firmemente a las abrazaderas o herrajes de tierra. Las envolventes metálicas que no sean continuas físicamente desde el envoltorio o equipo hasta el electrodo de puesta a tierra, se deben hacer eléctricamente continuas mediante la unión de sus dos extremos al conductor de puesta a tierra. Cuando se utilice una canalización como protección del conductor de puesta a tierra, su instalación debe cumplir los requisitos del Artículo correspondiente a las canalizaciones.

c) Conductor de puesta a tierra de equipo. Un conductor de puesta a tierra de equipo se debe instalar como sigue:

1) Cuando consista en una canalización, un soporte tipo charola para cables, armadura o forro de cables o cuando sea un conductor dentro de una canalización o cable, debe instalarse cumpliendo las disposiciones aplicables de esta norma utilizando accesorios para uniones y terminales que estén aprobados para utilizarlos con el tipo de canalización o cable utilizados.

Todas las conexiones, uniones y accesorios deben fijarse firmemente con los medios adecuados.

2) Cuando haya un conductor de puesta a tierra de equipo independiente, como establece la Excepción de 250-50(a) y 250-50(b) y la Excepción 2 de 250-57(b) debe instalarse de acuerdo con lo indicado en 250-92(a) en lo que respecta a las limitaciones del aluminio y a la posibilidad de daño físico.

Excepción: No es necesario que los cables inferiores a $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) se alojen dentro de una canalización o armadura cuando se instalen por los espacios huecos de una pared o cuando vayan instalados de modo que no sufran daño físico.

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 $8,37 \text{ mm}^2$ (8 AWG). En ningún caso el conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser inferior a $8,37 \text{ mm}^2$ (8 AWG) de cobre o de $13,3 \text{ mm}^2$ (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 $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) de cobre o $21,2 \text{ mm}^2$ (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 $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) de cobre o $21,2 \text{ mm}^2$ (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 mm ² (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.

250-97. Alumbrado de realce. Las partes metálicas aisladas y por las que no pasa corriente eléctrica normalmente de las instalaciones de alumbrado de realce, se permite que estén unidas mediante un conductor de 2,08 mm² (14 AWG) de cobre protegido contra daño físico, cuando un conductor que cumple con lo establecido en 250-95 se use como conductor de puesta a tierra de todo el grupo.

250-99. Continuidad del conductor de puesta a tierra de equipo

a) Conexiones removibles. Cuando se usen conexiones removibles, como las que se usan en equipo removible o en clavijas y sus respectivos receptáculos, el conductor de puesta a tierra de equipo debe ser diseñado, para que sea la primera que conecta y la última que desconecta a este conductor.

Excepción: Equipo, receptáculos, bases y conectores interconectados que impiden el paso de corriente eléctrica sin continuidad de la puesta a tierra del equipo.

b) Desconectores. En el conductor de puesta a tierra de equipo de la instalación de un sistema de alambrado de usuarios, no se debe instalar ningún medio de desconexión o de interrupción, manual o automático.

Excepción: Cuando la apertura del desconector o cortacircuitos desconecte todas las fuentes de alimentación.

J. Conexiones de los conductores de puesta a tierra

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.

250-113. A los conductores y equipo. Los conductores de puesta a tierra y los cables de puentes de unión se deben conectar mediante soldadura exotérmica, conectores a presión aprobados, abrazaderas u otros medios también aprobados. No deben utilizarse medios o herrajes de conexión que sólo dependan de soldadura. Para conectar los conductores de puesta a tierra a los envolventes no deben utilizarse pijas.

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 sujeta 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, sujeto 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 sufran 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 250-119, 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

250-121. Circuitos para transformadores de instrumentos. Los circuitos del secundario de transformadores de corriente y de potencial para instrumentos de medición deben ser puestos a tierra cuando el devanado del primario vaya conectado a circuitos de 300 V o más a tierra. Deben ser puestos a tierra en los tableros de distribución, independientemente del valor de la tensión eléctrica.

Excepción: Los circuitos en los que el devanado del primario va conectado a circuitos de menos de 1 000 V sin partes o cables expuestos ni accesibles más que a personas calificadas.

250-122. Carcasas de los transformadores de instrumentos. Las carcasas o armazones de transformadores de instrumentos deben ser puestos a tierra siempre que sean accesibles a personas no calificadas.

Excepción: Carcasas o armazones de transformadores de instrumentos cuyos primarios no tengan más de 150 V a tierra y que se utilicen exclusivamente para alimentar medidores.

250-123. Carcasas de instrumentos, medidores y relevadores a menos de 1 000 V. Los instrumentos, medidores y relevadores que funcionen con devanados o partes a menos de 1 000 V, deben ser puestos a tierra como se especifica en los siguientes incisos:

a) **Fuera de los tableros de distribución.** Los instrumentos, medidores y relevadores que funcionen con devanados o partes que no estén situados en tableros de distribución y que funcionen con devanados o partes a 300 V o más a tierra y accesibles a personas no calificadas, deben tener las carcasas y otras partes metálicas expuestas puestas a tierra.

b) **En los tableros de distribución de frente muerto.** Los instrumentos, medidores y relevadores (ya sea que funcionen conectados con transformadores de corriente y potencial o conectados directamente a su circuito), en tableros de distribución de frente muerto, deben tener sus carcasas puestas a tierra.

c) **En los tableros de distribución de frente vivo.** Los instrumentos, medidores y relevadores (ya sea que funcionen conectados con transformadores de corriente y potencial o conectados directamente a su circuito), en tableros de distribución que tengan partes energizadas en la parte frontal de los mismos, no deben tener sus carcasas puestas a tierra. Cuando la tensión eléctrica a tierra exceda de 150 V, debe haber tapetes de hule u otro material aislante para las personas que manipulen el tablero de distribución.

250-124. Carcasas de instrumentos, contadores y relevadores que funcionan a 1 kV y más. Cuando los instrumentos, medidores y relevadores contengan partes conductoras a 1 kV o más a tierra, se deben aislar elevándolas o protegiéndolas por medio de barreras adecuadas puestas a tierra en las partes metálicas o cubiertas aislantes o protectores aislantes. Sus carcasas no deben ser puestas a tierra.

Excepción: Las carcasas de detectores electrostáticos de tierra cuando las partes internas del instrumento puestas a tierra vayan conectadas a la carcasa del instrumento y puestas a tierra y el detector esté aislado mediante elevación.

250-125. Conductor de puesta a tierra de los instrumentos. El conductor de puesta a tierra de los circuitos derivados de transformadores de instrumentos y de las carcasas de los instrumentos, no debe ser menor que 3,31 mm² (12 AWG) de cobre. Se considera que las carcasas de transformadores de instrumentos, contadores y relevadores que vayan montados directamente sobre superficies o envolventes metálicos puestos a tierra o paneles de instrumentos metálicos puestos a tierra, están también puestas a tierra y no se requiere usar un conductor adicional.

L. Puesta a tierra de sistemas y circuitos de alta tensión (600 V o más)

250-150. Disposiciones generales. Cuando sean puestos a tierra los sistemas de alta tensión eléctrica (600 V o más), deben cumplir todas las disposiciones aplicables de las anteriores Secciones de este artículo y con las siguientes, en cuanto complementen y modifiquen a las anteriores.

250-151. Sistema con neutro derivado. Se permite usar para la puesta a tierra de sistemas de alta tensión eléctrica el neutro derivado de un transformador de puesta a tierra.

250-152. Sistemas con neutro sólidamente puestos a tierra

a) Conductor neutro. El nivel mínimo de aislamiento de conductores neutros de sistemas sólidamente puestos a tierra, debe ser de 600 V.

Excepción 1: Se permite usar conductores de cobre desnudos como neutro de la acometida y como neutro de la parte directamente enterrada de alimentadores.

Excepción 2: Se permite usar conductores desnudos como neutro de las instalaciones aéreas.

NOTA: Véase 225-4 acerca de los conductores que estén a menos de 3 m de cualquier edificio o estructura.

b) Puestas a tierra múltiples. Se permite que el neutro de un sistema con neutro sólidamente puesto a tierra, esté puesto a tierra en más de un punto en el caso de:

- 1) Acometidas.
- 2) Partes directamente enterradas de los alimentadores cuyo neutro sea de cobre desnudo.
- 3) Instalaciones aéreas.

c) Conductor de puesta a tierra del neutro. Se permite que el conductor de puesta a tierra del neutro sea un conductor desnudo si está aislado de los conductores de fase y protegido contra daño físico.

250-153. Sistemas con neutro puesto a tierra a través de impedancia. Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de impedancia deben cumplir lo establecido en los siguientes incisos.

a) Ubicación. La impedancia de puesta a tierra se debe insertar en el conductor de puesta a tierra entre el electrodo (o sistema de electrodos) de puesta a tierra del sistema de suministro y el punto neutro del transformador o del generador de suministro.

b) Identificación y aislamiento. Cuando se emplee el conductor neutro de un sistema con neutro puesto a tierra a través de impedancia, se debe identificar así y aislarlo totalmente con el mismo nivel de aislamiento que los conductores de fase.

c) Conexión con el neutro del sistema. El neutro de la instalación no se debe poner a tierra si no es a través de la impedancia de puesta a tierra del neutro.

d) Conductores de puesta a tierra de equipo. Se permite que los conductores de puesta a tierra de equipo sean cables desnudos y deben ser conectados al conductor del electrodo de puesta a tierra y al conductor de puesta a tierra del equipo de la acometida, prolongándolos hasta el sistema de tierra del sistema.

250-154. Puesta a tierra de sistemas de suministro a equipo móvil o portátil. Los sistemas que suministren energía a equipo portátil o móvil en alta tensión, distintos de las subestaciones provisionales, deben cumplir con los siguientes incisos.

a) Equipo móvil o portátil. El equipo móvil o portátil en alta tensión se debe alimentar desde un sistema que tenga su neutro puesto a tierra a través de una impedancia. Cuando se utilice para alimentar equipo móvil o portátil una instalación de alta tensión conectada en delta, se debe obtener un neutro derivado del sistema.

b) Partes expuestas no conductoras de corriente eléctrica normalmente. Las partes expuestas de equipo móvil o portátil por las que no pase corriente eléctrica normalmente, se deben conectar mediante un conductor de puesta a tierra de equipo al punto de puesta a tierra de la impedancia del neutro del sistema.

c) Corriente eléctrica por falla de tierra. La tensión eléctrica que se crea entre las carcasas de equipo móvil o portátil y tierra cuando pasa la corriente eléctrica máxima de falla a tierra, no debe superar 100 V.

d) Detección y relevadores de falla a tierra. Se deben instalar dispositivos de detección y relevadores de falla a tierra que desconecten automáticamente cualquier componente de una instalación de alta tensión en la que se haya producido una falla a tierra. Se debe vigilar permanentemente la continuidad del conductor de puesta a tierra de equipo para ver si descarga automáticamente la alta tensión de alimentación que se produce en el equipo móvil o portátil, si se pierde la continuidad del conductor de puesta a tierra de equipo.

e) Aislamiento. El electrodo de puesta a tierra al que va conectada la impedancia del neutro del sistema de equipo móvil o portátil, debe ser independiente e ir separado 6,1 m como mínimo, de cualquier otro electrodo de puesta a tierra de sistemas o equipo y no debe haber conexión directa entre los electrodos de tierra, como tuberías enterradas, cercas u otros.

f) Cable y conectores de acoplamiento. El cable y los conectores de alta tensión para interconectar equipo móvil o portátil, debe cumplir con lo establecido en la Parte C del Artículo 400 (cable) y en 710-45 (conectores).

250-155. Puesta a tierra de equipo. Todas las carcasas de equipo fijo, móvil o portátil y de sus correspondientes cercas, alojamientos, envolventes y estructuras de soporte por las que no pase corriente eléctrica normalmente, deben ser puestos a tierra.

Excepción 1: Cuando estén aisladas de tierra y situadas de modo que impidan que cualquier persona pueda entrar en contacto con tierra a través de dichas partes metálicas cuando pase corriente eléctrica por el equipo.

Excepción 2: Equipo de distribución montado en postes, como se establece en la Excepción 3 de 250-42.

Los conductores de puesta a tierra que no formen parte integrante de un cable ensamblado en fábrica, no deben ser de tamaño nominal menor que 13,3 mm² (6 AWG) de cobre o 21,2 mm² (4 AWG) de aluminio.

ARTICULO 280-APARTARRAYOS

A. Disposiciones generales

280-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos generales, de instalación y de conexión de apartarrayos conectados a sistemas de alambrados de usuarios.

280-2. Definición. Un apartarrayos es un dispositivo protector que limita las sobretensiones transitorias descargando o desviando la sobrecorriente así producida, y evitando que continúe el paso de la corriente eléctrica, capaz de repetir esta función.

280-3. Número necesario. Cuando se utilice como un elemento en un punto del circuito, el apartarrayos debe conectarse a cada conductor de fase. Se permite que una misma instalación de apartarrayos proteja a varios circuitos interconectados, siempre que ningún circuito quede expuesto a sobretensiones cuando esté desconectado de los apartarrayos.

280-4. Selección del apartarrayos

a) Para circuitos de menos de 1 000 V. La capacidad nominal de los apartarrayos debe ser igual o mayor que la tensión eléctrica continua de fase a tierra a la frecuencia de suministro que se pueda producir en el punto de aplicación.

Los apartarrayos instalados en circuitos de menos de 1 000 V deben estar aprobados y listados para ese fin.

b) En circuitos de 1 kV y más, tipo carburo de silicio. La capacidad nominal de los apartarrayos tipo carburo de silicio no debe ser inferior a 125% de la tensión eléctrica máxima continua de fase a tierra disponible en el punto de aplicación.

NOTA 1: La elección adecuada de apartarrayos de óxido metálico se debe basar en consideraciones de la tensión eléctrica máxima continua y del valor y duración de las sobretensiones en el lugar donde se vaya a instalar, y de cómo puedan afectar al apartarrayos las fallas de fase a tierra, los métodos de puesta a tierra del sistema, las sobretensiones por operación de interruptores y otras causas. Es conveniente consultar las instrucciones de los fabricantes para la aplicación y selección de apartarrayos en cada caso particular.

B. Instalación de los apartarrayos

280-11. Localización. Está permitido instalar apartarrayos en interiores o exteriores, pero deben ser inaccesibles a personas no calificadas, y lo más cerca posible del equipo. Véase 280-27.

Excepción: Los apartarrayos aprobados y listados para su instalación en lugares accesibles.

En instalaciones en vía pública, deben instalarse apartarrayos en los puntos normalmente abiertos. Cuando se trate de sistemas subterráneos, el apartarrayos debe ser de frente muerto.

280-12. Tendido de los cables de los apartarrayos. El conductor utilizado para conectar el apartarrayos a la red o cables y a tierra no debe ser más largo de lo necesario, y se deben evitar curvas innecesarias.

C. Conexión de los apartarrayos

280-21. Instalados en acometidas de menos de 1 000 V. Los conductores de conexión a la red y a tierra no deben ser de tamaño nominal inferior a $2,08 \text{ mm}^2$ (14 AWG) en cobre ni menor que $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) en aluminio. El conductor de puesta a tierra de apartarrayos se debe conectar a uno de los siguientes elementos:

(1) al conductor puesto a tierra de la acometida;

(2) al conductor del electrodo de puesta a tierra;

(3) al electrodo de puesta a tierra de la acometida, o

(4) a la terminal de puesta a tierra de equipo de acometida. En los elementos (2) y (3) anteriores, el conductor de puesta a tierra debe ser de cobre.

280-22. Instalados en el lado de la carga en instalaciones de menos de 1 000 V. Los conductores de conexión de apartarrayos a la red y a tierra no deben ser de tamaño nominal inferior a $2,08 \text{ mm}^2$ (14 AWG) en cobre ni menores a $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) en aluminio. Se permite conectar un apartarrayos entre dos conductores cualesquiera (de fase, puesto a tierra o conductor de puesta a tierra). El conductor de puesta a tierra y el puesto a tierra sólo se deben conectar entre sí cuando funcione el apartarrayos normalmente durante una sobretensión.

280-23. Circuitos de 1 kV en adelante: conductores de los apartarrayos. Los conductores entre apartarrayos y la red y entre aquéllos y la conexión de puesta a tierra, no deben ser inferiores a $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) de cobre o de $21,2 \text{ mm}^2$ (4 AWG) de aluminio.

280-24. Circuitos de 1 kV en adelante: conexiones. Los conductores de puesta a tierra de apartarrayos que protegen a un transformador cuyo secundario suministre energía a un sistema de distribución, se deben conectar como se indica en los siguientes incisos.

a) Conexiones metálicas. Se debe hacer una conexión metálica con el conductor puesto a tierra en el secundario o al conductor de puesta a tierra del equipo en el secundario, considerando que además de la conexión directa puesta a tierra del apartarrayos:

1) El conductor puesto a tierra en el secundario tenga además una conexión de puesta a tierra con una tubería metálica continua enterrada para agua. No obstante, en zonas urbanas donde haya por lo menos cuatro conexiones con tubería de agua al neutro y no menos de cuatro de dichas conexiones por cada 1,6 km de longitud del neutro, se permite hacer la conexión metálica con el neutro del secundario, sin tener que hacer la conexión directa a tierra del apartarrayos;

2) El conductor puesto a tierra en el secundario del sistema forme parte de un sistema con múltiples puestas a tierra del neutro en el cual el neutro del primario tiene al menos cuatro conexiones a tierra por cada 1,6 km, adicionalmente a la puesta a tierra en cada acometida.

b) A través de un entrehierro o dispositivo. Cuando el conductor de puesta a tierra del apartarrayos no esté conectado como se indica anteriormente en (a) o cuando el secundario no esté puesto a tierra como se indica anteriormente en (a), pero sí como se indica en 250-81 y 250-83, se debe hacer una conexión a través de un entrehierro u otro dispositivo aprobado y listado, como sigue:

1) En sistemas con primario no puesto a tierra o con un solo punto de puesta a tierra, el entrehierro u otro dispositivo aprobado y listado debe tener una tensión eléctrica de ruptura a 60 Hz como mínimo del doble de la tensión eléctrica del circuito primario, pero no necesariamente más de 10 kV, y debe haber como mínimo otro punto de puesta a tierra del conductor de puesta a tierra del secundario, a una distancia no menor que 6 m del electrodo de puesta a tierra del apartarrayos.

2) En sistemas cuyo neutro del primario tenga varios puntos de puesta a tierra, el entrehierro u otro dispositivo aprobado y listado debe tener una tensión eléctrica de ruptura a 60 Hz no superior a 3 kV y debe haber como mínimo otro punto de puesta a tierra del conductor de puesta a tierra del secundario a una distancia no inferior a 6 m del electrodo de puesta a tierra del apartarrayos.

c) **Con permiso especial.** Sólo se puede hacer una conexión del conductor de puesta a tierra del apartarrayos y del neutro del secundario, que no sea como las indicadas en los anteriores (a) y (b), mediante permiso especial de la empresa suministradora.

280-25. Toma de tierra. Excepto lo indicado en este Artículo, las conexiones de puesta a tierra de los apartarrayos se deben hacer como se indica en el Artículo 250. Los conductores de puesta a tierra no deben ir en una envolvente metálica a no ser que estén conectados equipotencialmente a ambos extremos de dicha envolvente.

280-26. Sistemas aéreos en anillo y en transiciones. Deben instalarse apartarrayos en el punto abierto de sistemas aéreos en anillo y en transiciones de línea aérea a subterránea.

280-27. Instalación en interiores. Cuando se instalen apartarrayos en el interior de edificios, deben ubicarse fuera de pasillos y alejados de otros equipos, así como de materiales inflamables.

280-28. Resguardo. Los apartarrayos y sus accesorios deben resguardarse, ya sea por su elevación o por su localización en sitios inaccesibles a personas no calificadas; o bien, protegidos por defensas o barandales, similares a los que se mencionan en 110-17 y 110-34.

280-29. Conexión de puesta a tierra

a) **Conductores de puesta a tierra.** Los apartarrayos deben ser puestos a tierra lo más directamente posible y deben cumplir con el tamaño nominal mínimo señalado en 280-23.

b) **Conexión de puesta a tierra de partes metálicas de apartarrayos.** Cuando no sea factible el resguardo de los apartarrayos como se indica en 280-28, su estructura y partes metálicas que no conducen corriente eléctrica, deben ser puestos a tierra.

c) **Apartarrayos instalados en terminales de cables subterráneos.** Cuando se instalen en terminales de cables subterráneos con cubiertas metálicas, éstas deben conectarse al mismo sistema de tierra de los apartarrayos.

ARTICULO 285 SUPRESORES DE SOBRETENSIONES TRANSITORIAS (SSTT)

A. General

285-1 Alcance. Este artículo cubre los requerimientos generales, requerimientos de instalación y requerimientos de conexión para supresores de sobretensiones transitorias instalados permanentemente en los sistemas de alambrado de los inmuebles.

285-2 Definición. Supresor de sobretensiones transitorias (SSTT): es un dispositivo de protección para limitar las tensiones transitorias mediante la desviación o limitación de sobrecorrientes, también evita el flujo continuo de la corriente resultante. Después de cada operación el dispositivo mantiene la capacidad de repetir sus funciones.

285-3 Usos no permitidos. Un supresor de sobretensión transitorios no debe usarse en los siguientes casos:

- 1) Circuitos cuya tensión de operación exceda 600 V.
- 2) Sistemas eléctricos no puestos a tierra, como se permite en 250-5 (b).
- 3) Cuando la tensión nominal del SSTT es menor que la máxima tensión a la frecuencia del sistema, de fase a tierra, en el punto de aplicación.

NOTA: La selección adecuada de un supresor de sobretensión transitorio depende de criterios, tales como, la tensión máxima de operación continua, la magnitud y duración de sobretensiones originados por fallas de fase a tierra en el punto de ubicación del supresor, las técnicas de puesta a tierra del sistema y las sobretensiones por maniobras de desconexión.

285- 4 Número requerido. Cuando se utilice en un punto del circuito, debe conectarse el SSTT a cada conductor no puesto a tierra.

285-5 Aprobado. El SSTT debe ser un dispositivo aprobado.

285-6 Capacidad de corto circuito. El SSTT deben marcarse con la capacidad de corto circuito para la que esté aprobado y no debe instalarse en un sistema donde la corriente de falla excede de su capacidad. Estos requisitos de marcado no se aplican a receptáculos que contenga un SSTT.

B. Instalación

285-11 Ubicación. Los SSTT pueden instalarse en interiores o exteriores de tal manera que únicamente sean accesibles a personal calificado, excepto que estén aprobados para su instalación en lugares accesibles a otras personas.

285-12 Trayectoria de conexiones. Los conductores utilizados para la conexión de los supresores a las líneas o barras y a tierra no debe ser más largos de lo necesario y deben evitarse dobleces innecesarios.

C. Conexión de SSTT

285-21 Conexión. Cuando se instala un SSTT debe conectarse como se indica a continuación:

a. Ubicación

- 1) **Acometida a un edificio o estructura.** El SSTT debe conectarse en lado de la carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente del medio de desconexión de la acometida, como se indica en 230-91.
- 2) **Alimentador de suministro a un edificio o estructura.** El SSTT debe conectarse en el lado de la carga del primer dispositivo de protección contra sobrecorriente en el edificio o estructura.

Excepción a (1) y (2): Cuando el SSTT esté aprobado como apartarrayos, la conexión puede efectuarse de acuerdo a lo indicado en artículo 280.

- 3) **Sistema derivado separadamente.** El SSTT debe conectarse al lado de la carga del primer dispositivo de protección contra sobre corriente del sistema derivado separadamente.

b. Tamaño del conductor. El tamaño del conductor de línea y a tierra no debe ser menor que 2,08 mm² (14 AWG) en cobre.

c. Conexión entre conductores. Se permite la conexión de un SSTT entre dos conductores cualesquiera: conductores no puestos a tierra, conductor puesto a tierra, conductor de puesta a tierra. El conductor puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra deben interconectarse solamente por la operación normal del supresor durante una sobretensión.

285-25 Puesta a tierra. Los conductores de puesta a tierra no deben canalizarse dentro de envolventes metálicas a menos que estén unidos en ambos extremos de dichas envolventes.

4.3 METODOS DE ALAMBRADO Y MATERIALES

CAPITULO 3

ARTICULO 300-METODOS DE ALAMBRADO

A. Disposiciones generales

300-1. Alcance

a) Todas las instalaciones. Las disposiciones de este artículo aplican a todas las instalaciones y métodos de alambrado, salvo las excepciones siguientes:

Excepción 1: Sistemas intrínsecamente seguros referidos en el artículo 504.

Excepción 2: Circuitos clase 1, clase 2 y clase 3 referidos en el artículo 725.

Excepción 3: Circuitos de señalización para protección contra incendios referidos en el artículo 760.

Excepción 4: Cables de fibra óptica indicados en el artículo 770.

Excepción 5: Sistemas de comunicaciones referidos en el artículo 800.

Excepción 6: Equipo de radio y televisión referidos en el artículo 810.

Excepción 7: Sistemas de distribución comunitaria de antena de radio y televisión indicados en el artículo 820.

b) Partes integrales de equipo. Las disposiciones de este Artículo no se aplican a los conductores que sean parte integral de equipo, tales como motores, controladores, centros de control de motores o equipos de control ensamblados en fábrica o equipo de utilización aprobado.

300-2. Limitaciones

a) Tensión eléctrica. Los métodos de alambrado especificados en el capítulo 3 se aplican para tensión eléctrica nominal de 600 V o menor donde no esté específicamente limitado en alguna Sección del capítulo 3. Cuando esté específicamente permitido en otras partes de esta Norma, los métodos de instalación pueden aplicarse para tensiones nominales mayores a 600 V.

b) Temperatura. La temperatura máxima del conductor debe estar de acuerdo con lo indicado en 310-10.

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 balastos 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 ampémetros 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 hechos en fábrica o en obra, los cables deben protegerse con conectores de metal sujetos 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 conductivo.

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.

300-8. Instalación de conductores con otros sistemas. Las canalizaciones o los soportes tipo charola para cables no deben contener tuberías para vapor, agua, aire, gas, drenaje o cualquier otro servicio que no sea eléctrico.

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; 362-21 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.

300-14. Longitud adicional de conductores en caja de salida, empalme y punto de conexión. En cada caja de salida, empalme y punto de conexión, debe dejarse al menos 15 cm de longitud adicional en los conductores disponibles para hacer las uniones o la conexión de dispositivos o artefactos.

Excepción: Conductores que no son empalmados o terminados en caja de salida, empalme y en punto de conexión no requieren cumplir con 300-14.

300-15. 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 336-21 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 336-18, 545-10; 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.

300-16. 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.

300-17. 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 600-21 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: Ensamblados prealambrados de acuerdo con lo indicado en los artículos 349 y 350.

300-19. 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 sujeta 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 contruidos 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.

Quando 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.

300-21. Propagación de fuego o de productos de combustión. Las instalaciones eléctricas en espacios huecos, paredes verticales y ductos ventilados o con ventilación forzada, deben hacerse de modo que la posible propagación de fuego o de productos de la combustión no sea incrementada substancialmente. Las aberturas alrededor de los elementos eléctricos que pasan a través de paredes resistentes al fuego, tabiques, pisos o techos, deben protegerse contra el fuego por métodos adecuados, para mantener la resistencia contra fuego.

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.

d) 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.

300-23. Paneles diseñados para permitir el acceso. Los cables, canalizaciones y equipo instalados detrás de los paneles diseñados para permitir el acceso, incluyendo los suspendidos del techo, deben fijarse de tal forma que permitan retirarlos para tener acceso al equipo.

B. Requisitos para tensiones eléctricas nominales mayores a 600 V

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.

300-32. Conductores de sistemas diferentes. Véase 300-3 (c)(2).

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.

300-35. Protección contra calentamiento por inducción. Las canalizaciones metálicas y los conductores asociados deben colocarse de tal manera que eviten el calentamiento de la canalización por inducción, de acuerdo con lo especificado en 300-20.

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.

300-37. Instalaciones subterráneas. Los requerimientos mínimos deben estar de acuerdo con lo indicado en 710-4(b).

ARTICULO 305-INSTALACIONES PROVISIONALES

305-1. Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a los métodos de alambrado provisional para fuerza y alumbrado eléctrico, los cuales pueden tener menores requerimientos que los que se exigen para instalaciones permanentes.

305-2. Todas las instalaciones

a) Otros Artículos. Excepto como se modifica específicamente en este artículo, todos los demás requisitos de esta Norma para alambrado permanente se deben aplicar a las instalaciones de alambrado provisional.

b) Aprobación. Los métodos de alambrado temporal se aceptan solamente si están aprobados basándose en las condiciones de uso y de cualquier requisito especial de la instalación temporal.

305-3. Limitaciones de tiempo

a) Durante el periodo de construcción. Se permiten las instalaciones provisionales de fuerza y alumbrado durante los periodos 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 removerse inmediatamente después de terminada la construcción o el fin para el cual el alambrado fue instalado.

305-4. Disposiciones generales

a) Acometidas. Deben instalarse de conformidad con el artículo 230.

b) Alimentadores. Los alimentadores deben protegerse como está indicado en el artículo 240. Se deben originar en un centro de distribución aprobado. Los conductores pueden formar parte de un cordón flexible multiconductor o de conjuntos de cables de un tipo indicado en la Tabla 400-4 para uso rudo o extra rudo.

Excepción: Cuando se instalen para los propósitos especificados en 305-3(c).

c) Circuitos derivados. Todos los circuitos derivados deben originarse en un tablero de alumbrado y distribución o salida de fuerza aprobados. Los conductores deben formar parte de un cordón flexible multiconductor o conjunto de cables de un tipo indicado en la Tabla 400-4 para uso rudo o extra-rudo. Todos los conductores deben estar protegidos como se indica en el artículo 240.

Excepción: Cuando se instalen para los propósitos especificados en 305-3(c).

d) Receptáculos. Todos los receptáculos deben ser del tipo con conexión de puesta a tierra. A menos que estén instalados en una canalización metálica, continua, puesta a tierra o en cables con cubierta metálica, todos los circuitos derivados deben tener un conductor separado de puesta a tierra del equipo, y todos los receptáculos deben estar eléctricamente conectados a los conductores de puesta a tierra del equipo.

Los receptáculos en los lugares de construcción no deben instalarse en circuitos derivados que alimenten alumbrado temporal. Los receptáculos no deben conectarse al mismo conductor de fase de circuitos multiconductores que alimentan al alumbrado temporal.

e) Medios de desconexión. Deben instalarse medios de desconexión o conectores enchufables adecuados que permitan la desconexión de todos los conductores de fase de cada circuito provisional. Los circuitos derivados multiconductores deben tener un medio de desconexión simultáneo, para todos los conductores de fase, en la salida de fuerza o tablero de alumbrado y distribución donde se origina el circuito derivado.

f) Protección de lámparas. Todas las lámparas para iluminación temporal deben estar protegidas contra contactos accidentales o roturas por medio de un dispositivo o portalámparas con guardas de seguridad.

No deben utilizarse bases con cubiertas de bronce, de cartón o portalámparas con cajas metálicas, a menos que las cubiertas estén puestas a tierra.

g) Empalmes. En los sitios en construcción no se requiere una caja para empalmes o conexiones de derivación, cuando los conductores del circuito sean de un cordón multiconductor o de conjuntos de cables o conductores visibles. Véanse 110-14(b) y 400-9. Debe usarse una caja de registro o dispositivo terminal con orificios emboquillados separados para cada conductor, siempre que se realice un cambio a un sistema de tubos o a un sistema de cable con cubierta metálica.

h) Protección contra daños accidentales. Los cables y cordones flexibles deben estar protegidos contra daños accidentales. Deben evitarse las esquinas agudas y las salientes. Cuando se pase a través de puertas u otros puntos críticos, debe proporcionarse una protección adecuada para evitar daños.

i) Terminales en los dispositivos. Los cables que entren en envoltentes que contengan dispositivos que requieran terminales, se deben sujetar a la caja con herrajes diseñados para ese uso.

305-5. Puesta a tierra. Todas las conexiones de puesta a tierra deben cumplir con lo establecido en el artículo 250.

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 alumbrado 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 alumbrado 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 alumbrado permanente, se emplean para suministrar energía al alumbrado 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 alumbrado 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 alumbrado 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.

305-7. Guardas de protección. Para instalaciones provisionales con tensión eléctrica nominal mayor que 600 V, deben utilizarse cercas adecuadas, barreras u otros métodos efectivos para evitar el acceso de personal no autorizado.

ARTICULO 310-CONDUCTORES PARA ALAMBRADO EN GENERAL

310-1. Alcance. Este artículo cubre los requisitos generales de los conductores y de sus denominaciones de tipo, aislamiento, marcado, etiquetas, resistencia mecánica, capacidad de conducción de corriente y usos. Estos requisitos no se aplican a los conductores que forman parte integrante de equipo como motores, controladores de motores y similares ni a los conductores específicamente tratados en otras partes de esta Norma.

NOTA: Para cables flexibles, véase el artículo 400. Para los cables de aparatos, véase el artículo 402.

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)

(Continúa en la Tercera Sección)

TERCERA SECCION

SECRETARIA DE ENERGIA

(Viene de la Segunda Sección)

310-6. Pantalla. Los conductores aislados con dieléctrico sólido en instalaciones permanentes que operen a más de 2 000 V, deben tener un aislamiento resistente al ozono y tener una pantalla. Todas las pantallas metálicas de aislamiento se deben poner a tierra a través de un medio efectivo de puesta a tierra que cumpla los requisitos indicados en 250-51. La pantalla debe servir para el propósito de confinar los esfuerzos de la tensión eléctrica en el aislamiento.

Excepción: Se permite usar conductores aislados sin pantalla aprobados, en instalaciones hasta de 8 000 V, con las siguientes condiciones:

a. Los conductores deben tener un aislamiento resistente a las descargas eléctricas y a la formación de caminos conductores, o deben estar recubiertos de un material resistente al ozono, a las descargas eléctricas y a la formación de caminos conductores.

b. Cuando se usen en lugares mojados, los conductores aislados deben tener una cubierta no metálica que los cubra totalmente o una cubierta metálica continua.

c. Cuando los conductores aislados operen entre 5 001 V y 8 000 V deben llevar una cubierta no metálica sobre el aislamiento. El aislamiento debe tener una permitividad relativa no mayor que 4 y la cubierta una permitividad relativa no menor que 6 y no mayor que 10.

d. El espesor del aislamiento y de la cubierta deben estar de acuerdo a lo indicado en la tabla 310-63.

310-7. Conductores directamente enterrados. Los conductores que vayan directamente enterrados deben ser de un tipo aprobado e identificado para ese uso.

Los cables de más de 2 000 V nominales deben tener pantalla.

Excepción: Se permite usar cables multiconductores sin pantalla entre 2 001 V y 5 000 V si el cable tiene sobre el conjunto una armadura o cubierta metálica continua.

La pantalla, cubierta o armadura metálica debe estar puesta a tierra a través de un medio efectivo de puesta a tierra que cumpla los requisitos indicados en 250-51.

NOTA 1: Para requisitos de instalación de los conductores de 600 V o menos, véase 300-5.

NOTA 2: Para requisitos de instalación de conductores de más de 600 V, véase 710-4(b).

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".

310-9. Condiciones corrosivas. Los conductores expuestos a aceites, grasas, vapores, gases, humos, líquidos u otras sustancias que tengan un efecto corrosivo sobre el conductor o el aislamiento, deben ser de un tipo adecuado para esa aplicación.

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.
- 4) Conductores adyacentes que transportan carga. Los conductores adyacentes tienen el doble efecto de elevar la temperatura ambiente y de impedir la disipación de calor.

310-11 Marcado

a) Información necesaria. Todos los conductores y cables deben ir marcados con la información necesaria siguiente, según el método de marcado aplicable descrito en 310-11(b) y de acuerdo con las normas nacionales de producto existentes:

NOTA - Para mayor información ver el Apéndice B.1 informativo.

- 1) La tensión eléctrica nominal máxima.
- 2) La letra o letras que indican el tipo de alambres o cables, tal como se especifica en otros lugares de esta Norma.
- 3) El nombre del fabricante, marca comercial u otra marca que permita identificar fácilmente a la organización responsable del producto.
- 4) El tamaño nominal en mm² (AWG o kcmil)
- 5) En los ensambles de cables debe marcarse cuando el tamaño del conductor neutro es menor que los de los cables de fase.

b) Métodos de marcado

1) Marcado en la superficie. Los siguientes conductores y cables se deben marcar en su superficie de modo indeleble. El tamaño nominal se debe repetir a intervalos no mayores a 60 cm. Todas las demás marcas deben repetirse a intervalos no mayores a 1 m.

- a. Cables y alambres de uno o varios conductores, con aislamiento de hule o termoplástico.
- b. Cables con recubrimiento no metálico.
- c. Cables de entrada de acometida.
- d. Cables subterráneos de circuitos alimentadores y derivados.
- e. Cables para usarse en soportes tipo charola para cables.
- f. Cables para riego.
- g. Cables de energía limitada para su uso en soportes tipo charola para cables.
- h. Cables de instrumentos para uso en soportes tipo charola para cables.

2) Cinta de marcar. Para marcar los cables multiconductores con recubrimiento metálico se debe emplear una cinta de marcar situada dentro del cable y a todo lo largo del mismo.

Excepción 1: Los cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral.

Excepción 2: Los cables tipo AC.

Excepción 3: Se permite que la información requerida en 310-11(a) se marque de modo indeleble en el recubrimiento externo no metálico de los cables tipos MC, ITC o PLTC, a intervalos no mayores a 1 m.

NOTA: Los cables con recubrimiento metálico son del tipo AC (artículo 333), tipo MC (artículo 334) y cables con cubierta de plomo.

3) Marcado mediante etiquetas. En el empaque de todos los cables y conductores se deben marcar mediante una etiqueta impresa sujeta al rollo, bobina o caja del cable, conforme con las normas de producto correspondientes.

4) Indicación opcional del tamaño nominal del cable. Se permite que la información exigida en el párrafo anterior 310-11(a)(4) esté marcada en la superficie de cada conductor aislado de los siguientes cables multiconductores:

- a. Cables de tipo MC.
- b. Cables para uso en soportes tipo charola.
- c. Cables para equipo de riego.
- d. Cables de potencia limitada para uso en soportes tipo charola.
- e. Cables de sistemas de alarma contra incendios.
- f. Cables de instrumentos para uso en soportes tipo charola.

c) Sufijos que indican el número de conductores. Una letra o letras solas indican un solo conductor aislado. Las siguientes letras utilizadas como sufijo indican lo que se expresa en cada una:

D: Dos conductores aislados en paralelo, dentro de un recubrimiento exterior no metálico.

M: Conjunto de dos o más conductores aislados y cableados en espiral, dentro de un recubrimiento exterior no metálico.

d) Marcas opcionales. Se permite que los conductores de los tipos aprobados indicados en las Tablas 310-13 y 310-61 lleven en su superficie marcas que indiquen características especiales o el material de los cables.

NOTA: Ejemplos de estas marcas son, entre otros, la "LS" (no propagador de incendios, baja emisión de humos y de gas ácido) o "resistente a la luz solar".

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 210-5(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 310-11(b)(1).

Excepción: Lo que se permite en 200-7.

310-13. Construcción y aplicaciones de los conductores. Los conductores aislados deben cumplir las disposiciones aplicables de una o más de las siguientes Tablas: 310-13, 310-61, 310-62, 310-63 y 310-64.

Se permite el uso de estos conductores en cualquiera de los métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3 y como se especifica en sus respectivas tablas.

NOTA: Los aislamientos termoplásticos se pueden poner rígidos a temperaturas menores a -10 °C. A temperatura normal, los termoplásticos también se pueden deformar si están sometidos a presión, como por ejemplo, en los puntos de apoyo. Si se utilizan aislantes termoplásticos en circuitos de c.c. en lugares mojados, se puede producir electroendósmosis entre el conductor y el aislante.

TABLA 310-13.- Conductores-Aislamientos y usos

Nombre genérico	Tipo	Temp. máxima de operación °C	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Tamaño o Designación		Espesor nominal de aislamiento mm		Cubierta exterior ⁽¹⁾
					mm ²	AWG o kcmil			
Etileno Propileno Fluorado	FEP o FEPB	90	Lugares secos o húmedos	Etileno Propileno Fluorado	2,08 -5,26	14 - 10	0,51		Ninguna
					8,37-33,6	8 - 2	0,76		Ninguna
		200	Lugares secos aplicaciones especiales ⁽²⁾	Etileno Propileno Fluorado	2,08-8,37	14 - 8	0,36		Malla de fibra de vidrio
					13,3-33,6	6 - 2	0,36		Malla de material adecuado
Aislamiento Mineral (con cubierta metálica)	MI	90 200	Lugares secos o húmedos Lugares secos Aplicaciones especiales ⁽²⁾	Oxido de magnesio	0,824-1,31 ⁽³⁾	18 -16 ⁽³⁾	0,58		Cobre o aleación de acero
					1,31 - 5,26	16 - 10	0,91		
					6,63 - 21,2	9 - 4	1,27		
					26,7 - 253	3 - 500	1,40		
Termoplástico o resistente a la humedad, al calor, al aceite y a la propagación de la flama	MTW	60	Alambrado de máquinas herramienta en lugares mojados (véase Art. 670)	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, al aceite y a la propagación de la flama	0,325 - 3,31	22 -12	(A)	(B)	(A) Ninguna (B) Cubierta de nylon o
					5,26	10	0,76	0,38	
					8,37	8	0,76	0,51	
					13,3	6	1,14	0,76	
							1,52	0,76	

		90	Alambrado de máquinas herramienta en lugares secos (véase el Artículo 670)		21,2 -33,6 42,4 -107 127 -253 304 -507	4-2 1-4/0 250 -500 600 -1 000	1,52 2,03 2,41 2,79	1,02 1,27 1,52 1,78	equivalente
Perfluoroalcoxi	PFAH	250	Sólo para lugares secos. Sólo para cables dentro de artefactos o de canalizaciones conectadas a artefactos (sólo de níquel o de cobre recubierto de níquel)	Perfluoroalcoxi	2,08 - 5,26 8,37 - 33,6 42,4 - 107	14 - 10 8 - 2 1 - 4/0	0,51 0,76 1,14		Ninguno
Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor	RHH	90	Lugares secos o húmedos	Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor y a la flama	2,08 -5,26 8,37 -33,6 42,4 -107 127 -253 304 -507 557-1010	14 -10 8 -2 1 - 4/0 250 -500 600 -1 000 1100-2000	1,14 1,52 2,03 2,41 2,79 3,18		Cubierta no metálica resistente a la humedad y a la propagación de la flama. (1)
Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor	RHW (5)	75	Lugares secos o mojados	Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor, a la humedad y a la flama	2,08 -5,26 8,37 -33,6 42,4-107 127 -253 304 -507 557 -1010	14 -10 8 -2 1-4/0 250 -500 600-1 000 1100-2000	1,14 1,52 2,03 2,41 2,79 3,18		Cubierta no metálica resistente a la humedad y a la propagación de la flama. (1)
Silicón-FV	SF	150	Lugares secos y húmedos	Hule Silicón	2,08 -5,26 8,37 -33,6 42,4 -107	14-10 8 -2 1 - 4/0	0,76 1,52 2,03		Malla de fibra de vidrio o material equivalente
		200	En aplicaciones donde existan condiciones de alta temperatura ⁽²⁾						
Polímero sintético resistente al calor	SIS	90	Alambrado de tableros de distribución	Polímero sintético de cadena cruzada resistente al calor	2,08 -5,26 8,37	14 -10 8	0,76 1,14		Ninguna
Termoplástico para tableros	TT	75	Alambrado de tableros de distribución	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendio y de emisión reducida de humos y gas ácido	0,519 -3,31	20 -12	0,76		Ninguna
Politetrafluoroetileno extendido	TFE	250	Sólo lugares secos. Sólo para cables dentro de artefactos o dentro de canalizaciones conectadas a artefactos, o como alambrado a la vista (sólo de níquel o cobre recubierto de níquel)	Politetrafluoroetileno extruido	2,08 -5,26 8,37 -33,6 42,4 -107	14-10 8 -2 1- 4/0	0,51 0,76 1,14		Ninguno
Termoplástico resistente a la humedad y a la propagación de incendio	TW	60	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad y a la propagación de incendio	2,08-5,26 8,37 13,3 -33,6	14 -10 8 6 -2	0,76 1,14 1,52		Ninguna
Termoplástico resistente a la humedad, al	THW (5)	75 90	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al	2,08 -5,26 8,37	14 -10 8	0,76 1,14		Ninguna

calor y a la propagación de incendio			Para la alimentación de equipos de iluminación por descarga eléctrica véase Artículo 410-31	calor y a la propagación de incendio	13,3 -33,6 42,4 -107 127 -253 304 -507	6 -2 1 - 4/0 250-500 600 -1 000	1,52 2,03 2,41 2,79	
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido	THW _{LS} ⁽⁴⁾	75 90	Lugares secos y mojados. Para la alimentación de equipos de iluminación por descarga eléctrica véase Artículo 410-31	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido.	2,08-5,26 8,37 13,3-33,6 42,4-107 127-253 304-507	14 -10 8 6 -2 1 - 4/0 250 -500 600 -1 000	0,76 1,14 1,52 2,03 2,41 2,79	Ninguna
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios	THHW	75 90	Lugares secos y mojados. Lugares secos Para la alimentación de equipos de iluminación por descarga eléctrica véase artículo 410-31	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios.	2,08-5,26 8,37 13,3 -33,6 42,4-107 127-253 304-507	14 -10 8 6 -2 1 - 4/0 250 -500 600 -1 000	0,76 1,14 1,52 2,03 2,41 2,79	Ninguna
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido	THHW _{LS} ⁽⁴⁾	75 90	Lugares mojados. Lugares secos	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido	2,08 -5,26 8,37 13,3 -33,6 42,4 -107 127 -253 304 -507	14 -10 8 6 -2 1 - 4/0 250 -500 600 -1 000	0,76 1,14 1,52 2,03 2,41 2,79	Ninguna
Termoplástico con cubierta de nylon, resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	THWN	75	Lugares secos y mojados	Termoplástico con cubierta de nylon, resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	2,08 -3,31 5,26 8,37 -13,3 21,2 -33,6 42,4 -107 127 -253 304 -507	14 -12 10 8 - 6 4 -2 1 - 4/0 250 -500 600 -1 000	0,38 0,51 0,76 1,02 1,27 1,52 1,78	Cubierta de nylon o equivalente
Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor y a la propagación de la flama	THHN	90	Lugares secos	Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor y a la propagación de la flama	2,08 -3,31 5,26 8,37 -13,3 21,2 -33,6 42,4 -107 127 -253 304 -507	14 -12 10 8 - 6 4 -2 1 - 4/0 250 -500 600-1 000	0,38 0,51 0,76 1,02 1,27 1,52 1,78	Cubierta de nylon o equivalente
Cable plano para acometida aérea y sistemas fotovoltaicos	TWD-UV	60	Lugares secos y mojados. Entrada de acometida aérea. Véase el Artículo 338. Sistemas fotovoltaicos. Véase el Artículo 690.	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la intemperie y a la propagación de incendio.	3,31 -5,26 8,37 - 13,3	12 - 10 8- 6	1,20 1,58	Ninguna
Cable mono-conductor para acometida subterránea	BTC	90	Lugares secos y mojados Acometida subterránea. Véase el artículo 338	Polímero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	15-35		1,60	Ninguna
Cable mono-conductor y multiconductor para acometida subterránea	DRS	90	Lugares secos y mojados Entrada de acometida subterránea.	Polímero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad, al calor y a la	21,2 -33,6 53,5-107 177	4 - 2 1/0 - 4/0 350	1,58 1,98 2,39	Ninguna

			Véase Art. 338	propagación de la flama				
Cable para acometida aérea	CCE	60	Lugares secos y mojados. Entrada de acometida aérea. Véase el artículo 338	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	3,31 – 8,36 13,3 -21,2	12 – 8 6 – 4	1,2 1,6	Termo-plástico resistente a la humedad y a la intemperie
Cable para acometida aérea	BM-AL	75	Lugares secos y mojados. Entrada de acometida aérea. Véase Art. 338 o distribución aérea en baja tensión	Termo-plástico resistente a la humedad y a la intemperie	5,26 - 33,6	10 – 2	1,14	Ninguna
Cable para acometida subterránea un solo conductor	USE(5)	75	Ver artículo 338	Resistente al calor y la humedad	2,08 -5,26 8,37 -33,6 42,4 –107 108 - 253 279 - 507	14 – 10 8 – 2 1 – 4/0 213 – 500 550 - 1 000	1,14 1,52 2,03 2,41 2,79	Cubierta no metálica resistente a la humedad
Polímero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad y al calor	XHHW (4)(5)	90	Lugares secos y húmedos	Polímero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama.	2,08 -5,26 8,37 -33,6 42,4 -107 127 -253 304-507	14 –10 8 -2 1 - 4/0 250 -500 600-1 000	0,76 1,14 1,4 1,65 2,03	Ninguna
		75	Lugares mojados					
Tetrafluoroetileno modificado con etileno	Z	90	Lugares secos y mojados	Tetrafluoroetileno modificado con etileno	2,08 – 3, 31 5,26 8,37 – 21,2 33,7 – 42,4 53, 5 - 107	14 – 12 10 8 – 4 2 –1 1/0 – 4/0	0,38 0,51 0,64 0,89 1,14	Ninguno
		150	Lugares secos, aplicaciones especiales ⁽²⁾					

Notas a la tabla 310-13:

1. Algunos aislamientos no requieren de cubierta exterior.
2. Cuando las condiciones de diseño requieren temperaturas máximas de operación del conductor de más de 90 °C.
3. Para circuitos de señalización que permiten aislamiento de 300 V.
4. Los cables tipo THW-LS y THHW-LS, cubren los requerimientos de no propagación de incendio, de emisión reducida de humos y de gas ácido, de acuerdo con las normas nacionales. Otros tipos de cables que lleven el sufijo "LS" deben cumplir con las mismas pruebas. Por ejemplo XHHW-LS.
5. Se permite que los tipos de cables para utilizarse en temperaturas de operación 90 °C en lugares secos y mojados, se marquen con el sufijo "-2". Por ejemplo: THW-2, XHHW-2, RHW-2, etc.
6. Cuando los tipos de cables sean sin contenido de halógenos pueden marcarse: LS0H.

310-14. Material de los conductores de aluminio. Los conductores cableados de aluminio de tamaño nominal de 13,3 mm² (6 AWG) y mayores, de tipos XHHW, XHHW-2, RHW, RHH y RHW-2, conductores para entrada de acometida tipo SE estilo U y SE estilo R, deben ser de aluminio de aleación 1350 o AA 8000.

No se permite el uso de conductores de aluminio o de aleación de aluminio en tamaños nominales menores a 13,3 mm² (6 AWG). Véanse las Tablas 310-16, 310-17 y la Tabla A-310-2 del Apéndice A. Véase 110-14 para conexiones eléctricas.

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 215-2(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 310-16 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:

$$I = \sqrt{\frac{TC - (TA + \Delta TD)}{R_{cc} (1 + YC) RCA}}$$

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.

YC = Componente de resistencia de c.a. debida a los efectos superficial y de proximidad.

RCA = 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(los) alimentador(es) principal(es) debe(n) ser el(los) 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 mm ² (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 310-15(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-310-11.

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 310-13)					
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*	TIPOS RHW-2, XHHW*, XHHW-2, DRS
		Cobre			Aluminio		
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)					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS
				TW*	RHW*, THHW*, THW*, THW-LS*, THWN*, XHHW*, USE	MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THW-LS*, THWN-2*, XHHW*, XHHW-2, USE-2 FEP*, FEPB*	UF	RHW*, XHHW*	RHH*, 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

TABLA 310-18.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres conductores aislados individuales de 0 a 2 000 V, de 150°C a 250°C, en canalizaciones o cable, para una temperatura ambiente de 40°C

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor. Véase tabla 310-13			
		150 °C	200 °C	250 °C	150 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPO
		Z, SF	FEP, FEPB, SF	PFAH, TFE	Z
Cobre			Níquel o níquel recubierto de cobre		Aluminio
2,08	14	34	36	39	----
3,31	12	43	45	54	---
5,26	10	55	60	73	---
8,37	8	76	83	93	---
13,3	6	96	110	117	75
21,2	4	120	125	148	94
26,7	3	143	152	166	109
33,6	2	160	171	191	124
42,4	1	186	197	215	145

53,5	1/0	215	229	244	169
67,4	2/0	251	260	273	198
85,0	3/0	288	297	308	227
107	4/0	332	346	361	260
FACTORES DE CORRECCION					
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes.				
41-50	0,95	0,97	0,98	0,95	0,95
51-60	0,90	0,94	0,95	0,90	0,90
61-70	0,85	0,90	0,93	0,85	0,85
71-80	0,80	0,87	0,90	0,80	0,80
81-90	0,74	0,83	0,87	0,74	0,74
91-100	0,67	0,79	0,85	0,67	0,67
101-120	0,52	0,71	0,79	0,52	0,52
121-140	0,30	0,61	0,72	0,30	0,30
141-160	----	0,50	0,65	----	----
161-180	----	0,35	0,58	----	----
181-200	----	----	0,49	----	----
201-225	----	----	0,35	----	----

TABLA 310-19.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables monoconductores aislados de 0 a 2000 V, de 150°C a 250°C, al aire libre, para una temperatura ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor. Véase tabla 310-13			
mm ²	AWG o kcmil	150 °C	200 °C	250 °C	150 °C
		TIPOS Z, SF	TIPOS FEP, FEPB, SF	TIPOS PFAH, TFE	TIPO Z
		Cobre		Níquel o cobre recubierto de níquel	Aluminio
2,08	14	46	54	59	----
3,31	12	60	68	78	---
5,26	10	80	90	107	---
8,37	8	106	124	142	---
13,3	6	155	165	205	112
21,2	4	190	220	278	148
26,7	3	214	252	327	170
33,6	2	255	293	381	198
42,4	1	293	344	440	228
53,5	1/0	339	399	532	263
67,4	2/0	390	467	591	305
85,0	3/0	451	546	708	351
107	4/0	529	629	830	411
FACTORES DE CORRECCION					
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplicar las anteriores capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes				
41-50	0,95	0,97	0,98	0,95	0,95
51-60	0,90	0,94	0,95	0,90	0,90
61-70	0,85	0,90	0,93	0,85	0,85
71-80	0,80	0,87	0,90	0,80	0,80
81-90	0,74	0,83	0,87	0,74	0,74
91-100	0,67	0,79	0,85	0,67	0,67
101-120	0,52	0,71	0,79	0,52	0,52
121-140	0,30	0,61	0,72	0,30	0,30
141-160	----	0,50	0,65	----	----
161-180	----	0,35	0,58	----	----
181-200	----	----	0,49	----	----

201-225	----	----	0,35	----
---------	------	------	------	------

Véase Sección 310-15

310-60. Conductores para tensiones nominales de 2 001 V a 35 000 V.

a) Definiciones.

Ductos eléctricos. Como se usa en el Artículo 310, se entiende por ductos eléctricos cualquiera de los sistemas de tubo (conduit) reconocidos en el Capítulo 3 como adecuados para uso subterráneo; y cualquier otra canalización de sección transversal circular aprobada para uso subterráneo, ya sea enterrada directamente o embebida en concreto.

Resistividad térmica. Para efectos de esta norma, resistividad térmica es la capacidad de transmisión de calor por conducción a través de una sustancia. Es la inversa de la conductividad térmica y se expresa en "RHO", en unidades °C cm/W.

b) Capacidad de conducción de corriente para conductores de 2 001 V a 35 000 V. Se permite determinar la capacidad de conducción de corriente para conductores con aislamiento sólido por medio de las tablas o bajo supervisión de ingeniería, de acuerdo con lo indicado en 310-60 (c) a (d).

1.- Selección de la capacidad de conducción de corriente. Cuando se calculan diferentes capacidades de conducción de corrientes 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).

c) Tablas. La capacidad de corriente para conductores para tensiones nominales de 2 001 V a 35 000 V deben ser las que se especifican en las tablas de capacidad de conducción de corriente 301-67 a 310-86. Las capacidades de corriente a temperaturas diferentes a las de las tablas deben determinarse por la fórmula indicada en 310-60 (c)(4).

NOTA: Para las capacidades de conducción de corriente indicadas en esta Sección no toman en consideración las caídas de tensión, véase la Sección 210-19(a) Nota 4, para circuitos derivados y la Sección 215-2(b) Nota 1, para alimentadores.

(1) Pantallas puestas a tierra. Las capacidades de conducción de corriente mostradas en las Tablas 310-69, 310-70, 310-81 y 310-82 son para cables con pantallas puestas a tierra sólo en un punto. Si están puestas a tierra en más de un punto, se debe ajustar la capacidad de conducción de corriente teniendo en cuenta el calentamiento debido a las corrientes de la pantalla.

(2) Profundidad bajo tierra de los circuitos subterráneos. Cuando la profundidad de los bancos de ductos directamente enterrados sea distinta a la de los valores de la tabla o figura, pueden modificarse las capacidades de conducción de corriente de acuerdo con los siguientes incisos (a) y (b):

a) Si aumenta la profundidad de una parte o partes de un ducto eléctrico, no es necesario reducir la capacidad de conducción de corriente de los conductores, siempre que la longitud total de las partes cuya profundidad es mayor para evitar obstáculos, sea menor que 25% de la longitud total del recorrido.

b) Si la profundidad es mayor que la de una tabla o figura se debe aplicar un factor de corrección de 6% por cada 0,30 m de aumento de profundidad, para cualquier valor de RHO. No es necesario aplicar el factor de corrección cuando la profundidad sea menor.

(3) Ductos eléctricos utilizados en la figura 310-60. Se permite que la separación entre los ductos (canalizaciones) eléctricos, tal como los define la figura 310-60, sea menor que la indicada cuando esos ductos o canalizaciones entren en cubiertas de equipos desde una canalización subterránea, sin necesidad de reducir la capacidad de conducción de corriente de los conductores instalados en dichos ductos o canalizaciones.

(4) Temperaturas ambientes distintas a las de las tablas. Las capacidades de conducción de corriente a temperatura ambiente distinta a la de las tablas, se deben calcular mediante la siguiente fórmula:

$$I_2 = I_1 \sqrt{\frac{TC - TA_2 - \Delta TD}{TC - TA_1 - \Delta TD}}$$

donde:

I_1 = Capacidad de conducción de corriente que dan las tablas para una temperatura ambiente TA_1

I_2 = Capacidad de conducción de corriente para una temperatura ambiente TA_2

TC = Temperatura del conductor en °C

TA_1 = Temperatura ambiente de las tablas en °C

TA_2 = Temperatura ambiente deseada en °C

ΔTD = Aumento de temperatura por pérdidas del dieléctrico

(d) Ver 310-15(b).

Ecuación:

$$I = \sqrt{\frac{TC - (TA + \Delta TD)}{R_{cc} (1 + YC) RCA}}$$

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 .

YC = Componente de resistencia de c.a. debida a los efectos superficial y de proximidad.

RCA = Resistencia térmica efectiva entre el conductor y el ambiente que lo rodea.

e) Capacidad nominal de temperatura del conductor. Para la capacidad nominal de temperatura del conductor aplicable a las tablas 310-67 a 310-86 ver la tabla 310-61.

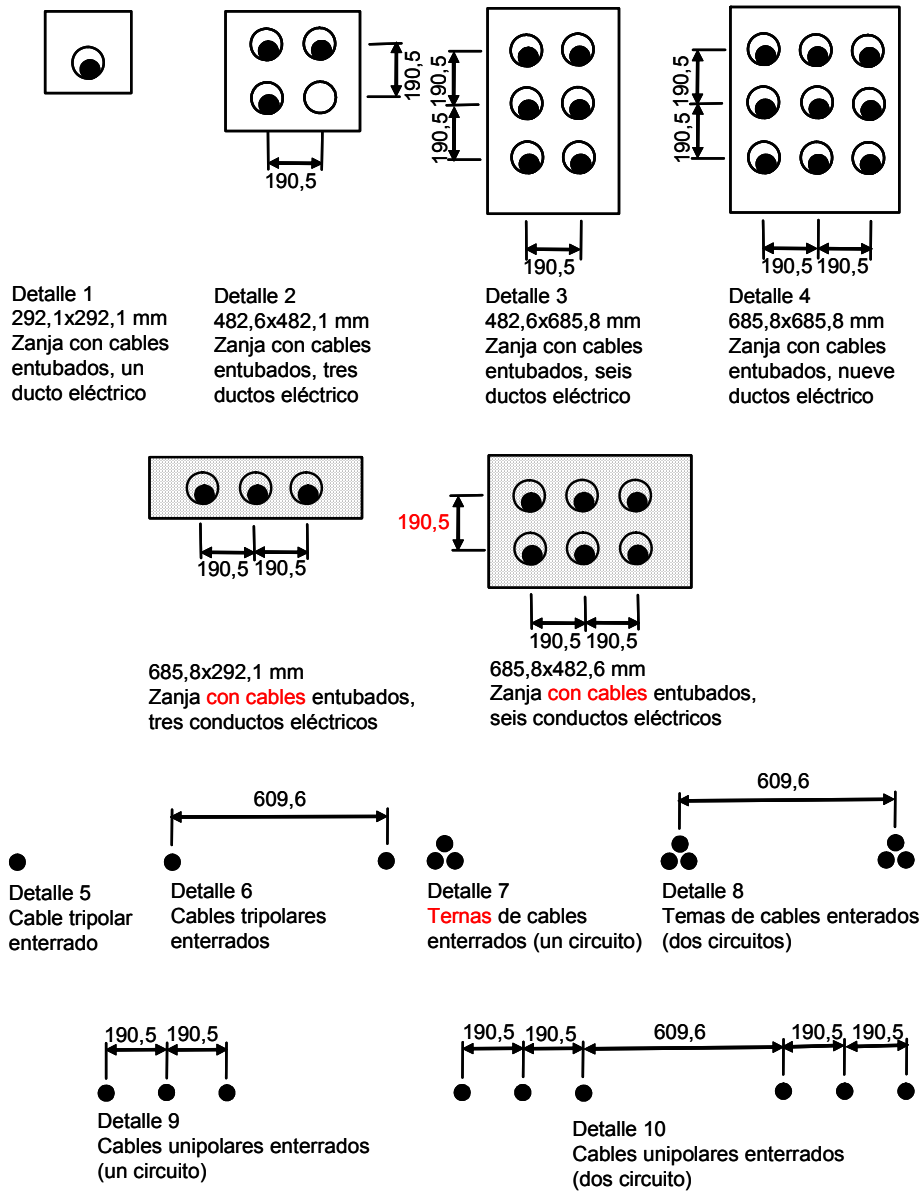


FIGURA 310-60.- Dimensiones para la instalación de cables en ductos aplicables a las Tablas 310-77 a 310-86

TABLA 310-61.- Aplicaciones y aislamiento de los conductores de media tensión MT (MV)*

Nombre comercial	Denominación	Temperatura máxima de funcionamiento	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Cubierta exterior
Media Tensión – dieléctrico sólido	MT (MV)-90 MT (MV)-105**	90 °C 105 °C	Lugares secos o húmedos, para 2001 V en adelante	Termoplástico o Termofijo	Cubierta plástica, cubierta metálica o armadura

* Ver Artículo 326, para definición.

** Cuando las condiciones de diseño exijan que los conductores funcionen a temperaturas de más de 90 °C

TABLA 310-62.- Espesor del aislamiento de conductores sin pantalla metálica, tipos RHH y RHW, para 601 V - 2 000 V

Tamaño o Designación		Espesor
mm ²	AWG o kcmil	mm
2,08 – 5,26	14-10	1,5
8,37	8	1,8
13,3 – 33,6	6-2	1,8
42,4 – 67,4	1-2/0	2,3
85,0 – 107	3/0 - 4/0	2,3
127 – 253	250-500	2,7
304 – 507	600-1 000	3,0

Nota: Los aislamientos pueden ser materiales tales como el polietileno de cadena cruzada, etileno-propileno y similares.

TABLA 310-63.- Espesor de aislamiento y cubierta (mm), de cables con aislamiento sólido sin pantalla metálica, para 2 001 V a 5 000 V

Tamaño o Designación		2001 V - 5000 V					
		Monoconductor para lugares secos			Lugares secos o mojados		
		Sin cubierta	Con cubierta		Monoconductor	Multiconductor *	
mm ²	AWG (kcmil)	Aislamiento	Aislamiento	Cubierta	Aislamiento	Cubierta	Aislamiento
8,37	8	2,8	2,3	0,76	3,2	2,0	2,3
13,3	6	2,8	2,3	0,76	3,2	2,0	2,3
21,2-33,6	4-2	2,8	2,3	1,14	3,2	2,0	2,3
42,4-67,4	1-2/0	2,8	2,3	1,14	3,2	2,0	2,3
85,0-107	3/0-4/0	2,8	2,3	1,7	3,2	2,4	2,3
127-253	250-500	3,0	2,3	1,7	3,6	2,8	2,3
254-380	501-750	3,3	2,3	1,7	3,9	3,2	2,3
381-507	751-1 000	3,3	2,3	1,7	3,9	3,2	2,3

* Nota: Bajo una cubierta general o armadura.

TABLA 310-64.- Espesor del aislamiento de cables con aislamiento sólido, con pantalla metálica, para 2 001 V a 35 000 V (mm)

Tamaño o Designación mm ² (AWG o kcmil)	2 001-5 000 (Volts)		5 001-8 000 (Volts)		8 001-15 000 (Volts)		15 001-25 000 (Volts)		25 001 - 35 000 (Volts)	
	CATEGORIA DEL AISLAMIENTO*									
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
8,37 (8)	2,3	2,9	----	----	----	----	----	----	----	----
13,3 – 21,2 (6-4)	2,3	2,9	2,9	3,5	----	----	----	----	----	----
33,6 (2)	2,3	2,9	2,9	3,5	4,45	5,6	----	----	----	----
42,4 (1)	2,3	2,9	2,9	3,5	4,45	5,6	6,6	8,1	----	----
53,5 – 507 (1/0-1 000)	2,3	2,9	2,9	3,5	4,45	5,6	6,6	8,1	8,8	10,7

* Nota:

Categoría I (100% Nivel de aislamiento). Los cables de esta categoría deben utilizarse en sistemas con neutro conectado sólidamente a tierra y provistos con dispositivos de protección tales que las fallas a tierra se eliminen tan pronto como sea posible, pero en cualquier caso antes de 1 min. También pueden utilizarse en otros sistemas para los cuales sean aceptables, siempre y cuando se cumpla con los requisitos del párrafo anterior.

Categoría II (133% Nivel de aislamiento). Los cables de esta categoría corresponden a los anteriormente designados para sistemas con neutro aislado. Estos cables pueden ser utilizados en los casos en que no puedan cumplirse los requisitos de eliminación de falla de la categoría I (100 % nivel de aislamiento), pero en los que exista una seguridad razonable de que la sección que presenta

la falla se desenergiza en un tiempo no mayor que una hora. Asimismo, pueden ser utilizados cuando se requiera un esfuerzo dieléctrico superior al de los cables con 100 % de nivel de aislamiento.

TABLA 310-67.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de cables monoconductores de cobre aislados MT (MV), en configuración triplex al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura de aire ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V - 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V - 35 000 V	
Mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
8,37	8	65	74	----	----
13,3	6	90	99	100	110
21,2	4	120	130	130	140
33,6	2	160	175	170	195
42,4	1	185	205	195	225
53,5	1/0	215	240	225	255
67,4	2/0	250	275	260	295
85,0	3/0	290	320	300	340
107	4/0	335	375	345	390
127	250	375	415	380	430
177	350	465	515	470	525
253	500	580	645	580	650
380	750	750	835	730	820
507	1 000	880	980	850	950

TABLA 310-68.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de cables monoconductores de aluminio aislados MT (MV), en configuración triplex al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura de aire ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V - 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V - 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
13,3	6	70	77	75	84
21,2	4	90	100	100	110
33,6	2	125	135	130	150
42,4	1	145	160	150	175
53,5	1/0	170	185	175	200
67,4	2/0	195	215	200	230
85,0	3/0	225	250	230	265
107	4/0	265	290	270	305
127	250	295	325	300	335
177	350	365	405	370	415
253	500	460	510	460	515
380	750	600	665	590	660
507	1 000	715	800	700	780

TABLA 310-69.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de cables monoconductores de cobre aislados MT (MV), al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura de aire ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V - 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V - 15 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 15 001 V - 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
8,37	8	83	93	----	----	----	----
13,3	6	110	120	110	125	----	----
21,2	4	145	160	150	165	----	----

33,6	2	190	215	195	215	----	----
42,4	1	225	250	225	250	225	250
53,5	1/0	260	290	260	290	260	290
67,4	2/0	300	330	300	335	300	330
85,0	3/0	345	385	345	385	345	380
107	4/0	400	445	400	445	395	445
127	250	445	495	445	495	440	490
177	350	550	615	550	610	545	605
253	500	695	775	685	765	680	755
380	750	900	1 000	885	990	870	970
507	1 000	1 075	1 200	1 060	1 185	1 040	1 160
633	1 250	1 230	1 370	1 210	1 350	1 185	1 320
760	1 500	1 365	1 525	1 345	1 500	1 315	1 465
887	1 750	1 495	1 665	1 470	1 640	1 430	1 595
1010	2 000	1 605	1 790	1 575	1 755	1 535	1 710

TABLA 310-70.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de cables monoconductores de aluminio aislados MT (MV), al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura de aire ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 15 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 15 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
13,3	6	85	95	87	97	----	----
21,2	4	115	125	115	130	----	----
33,6	2	150	165	150	170	----	----
42,4	1	175	195	175	195	175	195
53,5	1/0	200	225	200	225	200	225
67,4	2/0	230	260	235	260	230	260
85,0	3/0	270	300	270	300	270	300
107	4/0	310	350	310	350	310	345
127	250	345	385	345	385	345	380
177	350	430	480	430	480	430	475
253	500	545	605	535	600	530	590
380	750	710	790	700	780	685	765
507	1 000	855	950	840	940	825	920
633	1250	980	1095	970	1080	950	1055
760	1500	1105	1230	1085	1215	1060	1180
887	1750	1215	1355	1195	1335	1165	1300
1010	2000	1320	1475	1295	1445	1265	1410

TABLA 310 – 71.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable multiconductor MT (MV) formado por tres conductores de cobre aislados, al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura del aire ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
8,37	8	59	66	----	----
13,3	6	79	88	93	105
21,2	4	105	115	120	135
33,6	2	140	154	165	185

42,4	1	160	180	185	210
53,5	1/0	185	205	215	240
67,4	2/0	215	240	245	275
85,0	3/0	250	280	285	315
107	4/0	285	320	325	360
127	250	320	355	360	400
177	350	395	440	435	490
253	500	485	545	535	600
380	750	615	685	670	745
507	1 000	705	790	770	860

TABLA 310-72.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable multiconductor MT (MV) formado por tres conductores de aluminio aislados, al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura del aire ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
13,3	6	61	68	72	80
21,2	4	81	90	95	105
33,6	2	110	120	125	145
42,4	1	125	140	145	165
53,5	1/0	145	160	170	185
67,4	2/0	170	185	190	215
85,0	3/0	195	215	220	245
107	4/0	225	250	255	285
127	250	250	280	280	315
177	350	310	345	345	385
253	500	385	430	425	475
380	750	495	550	540	600
507	1 000	585	650	635	705

TABLA 310-73.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres cables monoconductores de cobre aislados MT (MV) o en configuración triplex, dentro de un tubo (conduit) al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura de aire ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
8,37	8	55	61	----	----
13,3	6	75	84	83	93
21,2	4	97	110	110	120
33,6	2	130	145	150	165
42,4	1	155	175	170	190
53,5	1/0	180	200	195	215
67,4	2/0	205	225	225	255
85,0	3/0	240	270	260	290
107	4/0	280	305	295	330
127	250	315	355	330	365
177	350	385	430	395	440
253	500	475	530	480	535
380	750	600	665	585	655
507	1 000	690	770	675	755

TABLA 310-74.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres cables monoconductores de aluminio aislados MT (MV) o en configuración triplex, dentro de un tubo (conduit) al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura de aire ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
13,3	6	58	65	65	72
21,2	4	76	85	84	94
33,6	2	100	115	115	130
42,4	1	120	135	130	150
53,5	1/0	140	155	150	170
67,4	2/0	160	175	175	200
85,0	3/0	190	210	200	225
107	4/0	215	240	230	260
127	250	250	280	255	290
177	350	305	340	310	350
253	500	380	425	385	430
380	750	490	545	485	540
507	1 000	580	645	565	640

TABLA 310-75.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable multiconductor MT (MV) formado por tres conductores de cobre aislados, dentro de un tubo (conduit) al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura del aire ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
8,37	8	52	58	----	----
13,3	6	69	77	83	92
21,2	4	91	100	105	120
33,6	2	125	135	145	165
42,4	1	140	155	165	185
53,5	1/0	165	185	195	215
67,4	2/0	190	210	220	245
85,0	3/0	220	245	250	280
107	4/0	255	285	290	320
127	250	280	315	315	350
177	350	350	390	385	430
253	500	425	475	470	525
380	750	525	585	570	635
507	1 000	590	660	650	725

TABLA 310-76.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable multiconductor MT (MV) formado por tres conductores de aluminio aislados, dentro de un tubo (conduit) al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura del aire ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación	Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V	Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V
----------------------	---	--

mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
13,3	6	53	59	64	71
21,2	4	71	79	84	94
33,6	2	96	105	115	125
42,4	1	110	125	130	145
53,5	1/0	130	145	150	170
67,4	2/0	150	165	170	190
85,0	3/0	170	190	195	220
107	4/0	200	225	225	255
127	250	220	245	250	280
177	350	275	305	305	340
253	500	340	380	380	425
380	750	430	480	470	520
507	1 000	505	560	550	615

TABLA 310-77.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres cables monoconductores de cobre aislados MT (MV) o en configuración triplex, en ductos subterráneos (tres conductores en cada ducto como se indica en la figura 310-60). Para una temperatura del terreno de 20 °C, una resistividad térmica del terreno (RHO) de 90, un factor de carga del 100 % y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V –5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
Un circuito (Véase Figura 310-60 Detalle 1)					
8,37	8	64	69	---	---
13,3	6	85	92	90	97
21,2	4	110	120	115	125
33,6	2	145	155	155	165
42,4	1	170	180	175	185
53,5	1/0	195	210	200	215
67,4	2/0	220	235	230	245
85,0	3/0	250	270	260	275
107	4/0	290	310	295	315
127	250	320	345	325	345
177	350	385	415	390	415
253	500	470	505	465	500
380	750	585	630	565	610
507	1 000	670	720	640	690
Tres circuitos (Véase figura 310-60 Detalle 2)					
8,37	8	56	60	---	---
13,3	6	73	79	77	83
21,2	4	95	100	99	105
33,6	2	125	130	130	135
42,4	1	140	150	145	155
53,5	1/0	160	175	165	175
67,4	2/0	185	195	185	200
85,0	3/0	210	225	210	225
107	4/0	235	255	240	255

127	250	260	280	260	280
177	350	315	335	310	330
253	500	375	405	370	395
380	750	460	495	440	475
507	1 000	525	665	495	535
Seis circuitos (Véase figura 310-60 Detalle 3)					
8,37	8	48	52	---	---
13,3	6	62	67	64	68
21,2	4	80	86	82	88
33,6	2	105	110	105	115
42,4	1	115	125	120	125
53,5	1/0	135	145	135	145
67,4	2/0	150	160	150	165
85,0	3/0	170	185	170	185
107	4/0	195	210	190	205
127	250	210	225	210	225
177	350	250	270	245	265
253	500	300	325	290	310
380	750	365	395	350	375
507	1 000	410	445	390	415

TABLA 310-78.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres cables monoconductores de aluminio aislados MT (MV) o en configuración triplex, en ductos subterráneos (tres conductores en cada ducto como se indica en la figura 310-60). Para una temperatura del terreno de 20 °C, una resistividad térmica del terreno (RHO) de 90, un factor de carga del 100 % y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
Un circuito (Véase figura 310-60 Detalle 1)					
13,3	6	66	71	70	75
21,2	4	86	93	91	98
33,6	2	115	125	120	130
42,4	1	130	140	135	145
53,5	1/0	150	160	155	165
67,4	2/0	170	185	175	190
85,0	3/0	195	210	200	215
107	4/0	225	245	230	245
127	250	250	270	250	270
177	350	305	325	305	330
253	500	370	400	370	400
380	750	470	505	455	490
507	1 000	545	590	525	565
Tres circuitos (Véase figura 310-60 Detalle 2)					
13,3	6	57	61	60	65
21,2	4	74	80	77	83
33,6	2	96	105	100	105
42,4	1	110	120	110	120

53,5	1/0	125	135	125	140
67,4	2/0	145	155	145	155
85,0	3/0	160	175	165	175
107	4/0	185	200	185	200
127	250	205	220	200	220
177	350	245	265	245	260
253	500	295	320	290	315
380	750	370	395	355	385
507	1 000	425	460	405	440
Seis circuitos (Véase figura 310-60 Detalle 3)					
13,3	6	48	52	50	54
21,2	4	62	67	64	69
33,6	2	80	86	80	88
42,4	1	91	98	90	99
53,5	1/0	105	110	105	110
67,4	2/0	115	125	115	125
85,0	3/0	135	145	130	145
107	4/0	150	165	150	160
127	250	165	180	165	175
177	350	195	210	195	210
253	500	240	255	230	250
380	750	290	315	280	305
507	1 000	335	360	320	345

TABLA 310-79.- Capacidad de conducción de corriente(A) permisible de un cable multiconductor MT(MV) formado por tres conductores de cobre aislados, en ductos subterráneos (un cable multiconductor en cada ducto como indica la figura 310-60). Para una temperatura del terreno de 20 °C, una resistividad térmica del terreno (RHO) de 90, un factor de carga del 100 % y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
Un circuito (Véase figura 310-60 Detalle 1)					
8,37	8	59	64	----	----
13,3	6	78	84	88	95
21,2	4	100	110	115	125
33,6	2	135	145	150	160
42,4	1	155	165	170	185
53,5	1/0	175	190	195	210
67,4	2/0	200	220	220	235
85,0	3/0	230	250	250	270
107	4/0	265	285	285	305
127	250	290	315	310	335
177	350	355	380	375	400
253	500	430	460	450	485
380	750	530	570	545	585
507	1 000	600	645	615	660
Tres circuitos (Véase figura 310-60)					

Detalle 2)					
8,37	8	53	57	----	----
13,3	6	69	74	75	81
21,2	4	89	96	97	105
33,6	2	115	125	125	135
42,4	1	135	145	140	155
53,5	1/0	150	165	160	175
67,4	2/0	170	185	185	195
85,0	3/0	195	210	205	220
107	4/0	225	240	230	250
127	250	245	265	255	270
177	350	295	315	305	325
253	500	355	380	360	385
380	750	430	465	430	465
507	1 000	485	520	485	515
Seis circuitos (Véase figura 310-60 Detalle 3)					
8,37	8	46	50	----	----
13,3	6	60	65	63	68
21,2	4	77	83	81	87
33,6	2	98	105	105	110
42,4	1	110	120	115	125
53,5	1/0	125	135	130	145
67,4	2/0	145	155	150	160
85,0	3/0	165	175	170	180
107	4/0	185	200	190	200
127	250	200	220	205	220
177	350	240	270	245	275
253	500	290	310	290	305
380	750	350	375	340	365
507	1 000	390	420	380	405

TABLA 310-80.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable multiconductor MT (MV) formado por tres conductores de aluminio aislados, en ductos subterráneos (un cable multiconductor en cada ducto como indica la figura 310-60). Para una temperatura del terreno de 20 °C, una resistividad térmica del terreno (RHO) de 90, un factor de carga del 100 % y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
Un circuito (Véase figura 310-60 Detalle 1)					
13,3	6	61	66	69	74
21,2	4	80	86	89	96
33,6	2	105	110	115	125
42,4	1	120	130	135	145
53,5	1/0	140	150	150	165
67,4	2/0	160	170	170	185
85,0	3/0	180	195	195	210
107	4/0	205	220	220	240
127	250	230	245	245	265
177	350	280	310	295	315
253	500	340	365	355	385
380	750	425	460	440	475

507	1 000	495	535	510	545
Tres circuitos (Véase figura 310-60 Detalle 2)					
13,3	6	54	58	59	64
21,2	4	70	75	75	81
33,6	2	90	97	100	105
42,4	1	105	110	110	120
53,5	1/0	120	125	125	135
67,4	2/0	135	145	140	155
85,0	3/0	155	165	160	175
107	4/0	175	185	180	195
127	250	190	205	200	215
177	350	230	250	240	255
253	500	280	300	285	305
380	750	345	375	350	375
507	1 000	400	430	400	430

TABLA 310-81.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de cables monoconductores de cobre aislados MT (MV), directamente enterrados en el terreno (como indica la figura 310-60). Para una temperatura del terreno de 20 °C, una resistividad térmica del terreno (RHO) de 90, un factor de carga del 100 % y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
Un circuito, tres conductores (Véase figura 310-60 Detalle 9)					
8,37	8	110	115	----	----
13,3	6	140	150	130	140
21,2	4	180	195	170	180
33,6	2	230	250	210	225
42,4	1	260	280	240	260
53,5	1/0	295	320	275	295
67,4	2/0	335	365	310	335
85,0	3/0	385	415	355	380
107	4/0	435	465	405	435
127	250	470	510	440	475
177	350	570	615	535	575
253	500	690	745	650	700
380	750	845	910	805	865
507	1 000	980	1055	930	1005
Dos circuitos, 6 conductores (Véase figura 310-60 Detalle 10)					
8,37	8	100	110	----	----
13,3	6	130	140	120	130
21,2	4	165	180	160	170
33,6	2	215	230	195	210

42,4	1	240	260	225	240
53,5	1/0	275	295	255	275
67,4	2/0	310	335	290	315
85,0	3/0	355	380	330	355
107	4/0	400	430	375	405
127	250	435	470	410	440
177	350	520	560	495	530
253	500	630	680	600	645
380	750	775	835	740	795
507	1 000	890	960	855	920

TABLA 310-82.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de cables monoconductores de aluminio aislados MT (MV), directamente enterrados en el terreno (como indica la figura 310-60). Para una temperatura del terreno de 20 °C, una resistividad térmica del terreno (RHO) de 90, un factor de carga del 100 % y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
Un circuito, tres conductores (Véase figura 310-60 Detalle 9)					
13,3	6	110	115	100	110
21,2	4	140	150	130	140
33,6	2	180	195	165	175
42,4	1	205	220	185	200
53,5	1/0	230	250	215	230
67,4	2/0	265	285	245	260
85,0	3/0	300	320	275	295
107	4/0	340	365	315	340
127	250	370	395	345	370
177	350	445	480	415	450
253	500	540	580	510	545
380	750	665	720	635	680
507	1 000	780	840	740	795
Dos circuitos, 6 conductores (Véase figura 310-60 Detalle 10)					
13,3	6	100	110	95	100
21,2	4	130	140	125	130
33,6	2	165	180	155	165
42,4	1	190	200	175	190
53,5	1/0	215	230	200	215
67,4	2/0	245	260	225	245
85,0	3/0	275	295	255	275
107	4/0	310	335	290	315
127	250	340	365	320	345
177	350	410	440	385	415
253	500	495	530	470	505
380	750	610	655	580	625
507	1 000	710	765	680	730

TABLA 310-83.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable multiconductor MT (MV) formado por tres conductores de cobre aislados, directamente enterrados en el terreno (como indica la figura 310-60). Para una temperatura del terreno de 20 °C, una resistividad térmica del terreno (RHO) de 90, un factor de carga del 100 % y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C

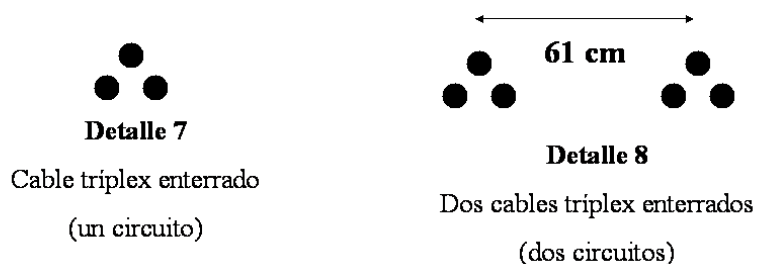
Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
Un circuito (Véase figura 310-60 Detalle 5)					
8,37	8	85	89	----	----
13,3	6	105	115	115	120
21,2	4	135	150	145	155
33,6	2	180	190	185	200
42,4	1	200	215	210	225
53,5	1/0	230	245	240	255
67,4	2/0	260	280	270	290
85,0	3/0	295	320	305	330
107	4/0	335	360	350	375
127	250	365	395	380	410
177	350	440	475	460	495
253	500	530	570	550	590
380	750	650	700	665	720
507	1 000	730	785	750	810
Dos circuitos (Véase figura 310-60 Detalle 10)					
8,37	8	80	84	----	----
13,3	6	100	105	105	115
21,2	4	130	140	135	145
33,6	2	165	180	170	185
42,4	1	185	200	195	210
53,5	1/0	215	230	220	235
67,4	2/0	240	260	250	270
85,0	3/0	275	295	280	305
107	4/0	310	335	320	345
127	250	340	365	350	375
177	350	410	440	420	450
253	500	490	525	500	535
380	750	595	640	605	650
507	1 000	665	715	675	730

TABLA 310-84.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable multiconductor MT (MV) formado por tres conductores de aluminio aislados, directamente enterrados en el terreno (como indica la figura 310-60). Para una temperatura del terreno de 20 °C, una resistividad térmica del terreno (RHO) de 90, un factor de carga del 100 % y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
		90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
mm ²	AWG				

	o kcmil				
Un circuito (Véase figura 310-60 Detalle 5)					
13,3	6	80	88	90	95
21,2	4	105	115	115	125
33,6	2	140	150	145	155
42,4	1	155	170	165	175
53,5	1/0	180	190	185	200
67,4	2/0	205	220	210	225
85,0	3/0	230	250	240	260
107	4/0	260	280	270	295
127	250	285	310	300	320
177	350	345	375	360	390
253	500	420	450	435	470
380	750	520	560	540	580
507	1 000	600	650	620	665
Dos circuitos (Véase figura 310-60 Detalle 6)					
13,3	6	75	83	80	95
21,2	4	100	110	105	115
33,6	2	130	140	135	145
42,4	1	145	155	150	165
53,5	1/0	165	180	170	185
67,4	2/0	190	205	195	210
85,0	3/0	215	230	220	240
107	4/0	245	260	250	270
127	250	265	285	275	295
177	350	320	345	330	355
253	500	385	415	395	425
380	750	480	515	485	525
507	1 000	550	590	560	600

TABLA 310-85.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres cables monoconductores de cobre aislados MT (MV) o en configuración tríplex, directamente enterrados en el terreno (como indica la figura 310-60). Para una temperatura del terreno de 20 °C, una resistividad térmica del terreno (RHO) de 90, un factor de carga del 100 % y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C



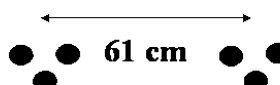
Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V - 5 000 V	Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V - 35 000 V
mm ²	AWG o kcmil		
Un circuito, tres conductores (Véase figura 310-60 Detalle 7)			
8,37	8	90	115
13,3	6	120	150
21,2	4	150	190
33,6	2	195	215
42,4	1	225	245
53,5	1/0	255	275
67,4	2/0	290	315
85,0	3/0	330	360
107	4/0	375	390
127	250	410	470
177	350	490	565
253	500	590	385
380	750	725	770
507	1 000	825	
Dos circuitos, seis conductores (Véase figura 310-60 Detalle 8)			
8,37	8	85	----
13,3	6	110	105
21,2	4	140	140
33,6	2	180	175
42,4	1	205	200
53,5	1/0	235	225
67,4	2/0	265	255
85,0	3/0	300	290
107	4/0	340	325
127	250	370	355
177	350	445	426
253	500	535	510
380	750	650	615
507	1 000	740	690

TABLA 310-86.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres cables monoconductores de aluminio aislados MT (MV) o en configuración triplex, directamente enterrados

en el terreno (como indica la figura 310-60). Para una temperatura del terreno de 20 °C, una resistividad térmica del terreno (RHO) de 90, un factor de carga del 100 % y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C

**Detalle 7**

Cable triplex enterrado
(un circuito)

**Detalle 8**

Dos cables triplex enterrados
(dos circuitos)

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V	Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V - 35 000 V
mm ²	AWG o kcmil		
Un circuito, tres conductores (Véase figura 310-60 Detalle 7)			
13,3	6	90	90
21,2	4	120	115
33,6	2	155	145
42,4	1	175	165
53,5	1/0	200	190
67,4	2/0	225	215
85,0	3/0	255	245
107	4/0	290	280
127	250	320	305
177	350	385	370
253	500	465	445
380	750	580	550
507	1 000	670	635
Dos circuitos, seis conductores (Véase figura 310-60 Detalle 8)			
13,3	6	85	85
21,2	4	110	105
33,6	2	140	135
42,4	1	160	155
53,5	1/0	180	175
67,4	2/0	205	200
85,0	3/0	235	225
107	4/0	265	255
127	250	290	280
177	350	350	335
253	500	420	405
380	750	520	485

507	1 000	600	565
-----	-------	-----	-----

ARTICULO 318 - SOPORTES TIPO CHAROLA PARA CABLES

318-1. Alcance. Este artículo cubre los sistemas de soporte tipo charola para cables, incluyendo escalera, fondo ventilado, malla, fondo expandido, canales ventilados, fondo sólido y otras estructuras similares.

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 318-3(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.

318-5. Especificaciones de construcción

a) Resistencia y rigidez. Los soportes tipo charola para cables deben tener resistencia y rigidez suficientes para que ofrezcan un soporte adecuado a todos los cables instalados en ellos.

b) Bordes lisos. Los soportes tipo charola para cables no deben tener bordes afilados, rebabas o salientes que puedan dañar las cubiertas o aislamientos de los cables.

c) Protección contra la corrosión. Los soportes tipo charola para cables deben ser de un material resistente a la corrosión o, si son de metal, deben estar adecuadamente protegidos contra la corrosión, como se indica en la Sección 300-6.

d) Rieles laterales. Los soportes tipo charola para cables deben tener rieles laterales u otros miembros estructurales equivalentes.

e) Accesorios. Los soportes tipo charola para cables deben incluir dispositivos o tener accesorios u otros medios adecuados para poder cambiar la dirección y elevación de los cables.

f) Soporte tipo charola de material no metálico para cables. Los soportes tipo charola de material no metálico para cables deben estar hechos de material retardante a la flama.

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 escombros o materiales corrosivos o donde se requiera mayor protección, se deben instalar tapas o cubiertas protectoras de un material compatible con el del soporte.

e) 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 300-21 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 $21,2 \text{ mm}^2$ (4 AWG) a 107 mm^2 (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 mm^2 (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 mm^2 (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 mm^2 (4/0 AWG) o mayores con cables menores a 107 mm^2 (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales incluyendo el aislamiento de todos los cables menores a 107 mm^2 (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 mm^2 (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 318-9(a)		Soportes para cables de fondo sólido, Sección 318-9(c)	
	Columna 1 Aplicable sólo a la Sección 318-9(a)(2) cm ²	Columna 2* Aplicable sólo a la Sección 318-9(a)(3) cm ²	Columna 3 Aplicable sólo a la Sección 318-9(c)(2) cm ²	Columna 4* Aplicable sólo a la Sección 318-9(c)(3) cm ²
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 318-9(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

5	8	5
7,5	15	8
10	30	16
15	45	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 menos 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 mm² (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 mm² (250 kcmil) a 507 mm² (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 mm² (1 000 kcmil) o mayores con cables monoconductores menores a 507 mm² (1 000 kcmil), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables incluyendo el aislamiento menores a 507 mm² (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 mm² (4 AWG) a 107 mm² (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.

318-11. 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 318-10(a)(2)	Columna 2 aplicable sólo a la Sección 318-10(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 507mm 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 mm² (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 2 000 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 2001 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 $21,2 \text{ mm}^2$ (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 $21,2 \text{ mm}^2$ (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 $21,2 \text{ mm}^2$ (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 ($2,15 \times DE$), la capacidad de conducción de corriente permitida de los cables de $21,2 \text{ mm}^2$ (4 AWG) y mayores no debe exceder la capacidad de conducción de corriente permitida referida en las Tablas 310-67 y 310-68.

ARTICULO 320 - ALAMBRADO VISIBLE SOBRE AISLADORES

320-1. Definición. El método de instalación de alambrado visible sobre aisladores consiste en instalar cables expuestos sujetos por abrazaderas, aisladores en pared, tubos rígidos y flexibles para la protección y soporte de cables monoconductores aislados tendidos en o sobre los edificios, no ocultos en la estructura del edificio.

320-2. Otros Artículos. La instalación de alambrado visible sobre aisladores debe cumplir con este Artículo y además con las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta norma, especialmente los Artículos 225 y 300.

320-3. Usos permitidos. Se permiten las instalaciones de alambrado visible sobre aisladores en sistemas de 600 V nominales o menos, sólo en edificios industriales o agrícolas, en interiores o exteriores y en lugares secos o mojados, cuando estén sometidos a vapores corrosivos y en las acometidas.

320-5. Conductores

a) Tipo. Los conductores deben ser del tipo especificado en el Artículo 310.

b) Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente debe cumplir lo establecido en 310-15.

320-6. Soportes de los conductores. Los conductores deben estar rígidamente soportados sobre aisladores con material no combustible, no absorbente y no deben estar en contacto con cualquier otro tipo de objetos. Los soportes se deben instalar como sigue:

(1) a menos de 15 cm de un empalme o derivación;

(2) a menos de 30 cm del extremo de la conexión final con un portalámparas o receptáculo;

(3) a intervalos que no superen 1,4 m o menos, suficientes para ofrecer soporte adecuado cuando se puedan producir alteraciones.

Excepción 1: Se permite que los soportes de los conductores de $8,37 \text{ mm}^2$ (8 AWG) o mayores, instalados a través de espacios abiertos, estén separados hasta 4,6 m si se utilizan aisladores espaciadores no combustibles y no absorbentes como mínimo a cada 1,4 m para mantener una separación de los conductores de 60 mm como mínimo.

Excepción 2: En edificios industriales en los que no exista la posibilidad de que se produzcan alteraciones, se permite instalar conductores de $8,37 \text{ mm}^2$ (8 AWG) y mayores sobre los espacios abiertos si están apoyados en todos los travesaños de madera sobre aisladores aprobados que mantengan una distancia de 16 cm entre los conductores.

Excepción 3: Sólo en edificios industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación es atendida únicamente por personas calificadas, se permite utilizar conductores

de 127 mm² (250 kcmil) y mayores a través de espacios abiertos cuando estén soportados a intervalos hasta de 9 m.

320-7. Montaje de los soportes de los conductores. Cuando se utilicen pernos para sujetar los aisladores de pared, éstos no deben ser inferiores a 76 mm. Cuando se utilicen pernos para sujetar los aisladores o tornillos para montar abrazaderas, éstos deben tener longitud suficiente para que penetren en la madera a una profundidad igual como mínimo a la mitad de la altura del aislador y en todo el espesor de la abrazadera. Con los pernos se deben utilizar arandelas aisladas.

320-8. Cables de amarre. Los conductores de 8,37 mm² (8 AWG) o mayores apoyados en aisladores de pared sólidos, se deben sujetar firmemente a ellos mediante cables de amarre con un aislamiento equivalente al del conductor.

320-10. Tubo (conduit) flexible no metálico. En lugares secos, y cuando no estén expuestos a daño físico grave, se permite que los conductores estén encerrados independientemente en tubo (conduit) flexible no metálico. El tubo (conduit) debe ser de tramos continuos no superiores a 4,6 m y se debe sujetar a la superficie por abrazaderas a intervalos no superiores a 1,4 m.

320-11. Cables a través de las paredes, pisos, vigas de madera, etc. Se debe evitar el contacto de los conductores visibles con las paredes, pisos, vigas de madera o tabiques que atraviesen, mediante tubos o boquillas de material aislante no combustible y no absorbente. Cuando la boquilla sea más corta que el orificio, se debe meter en el orificio un casquillo a prueba de agua de material no inductivo y meter después una boquilla aislante por cada extremo del casquillo, de modo que los conductores no toquen en absoluto el casquillo. Cada conductor se debe llevar a través de un tubo o casquillo independiente.

NOTA: En cuanto a los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

320-12. Distancia a tubo (conduit), a otros conductores expuestos, etc. Los conductores visibles deben estar separados como mínimo 5 cm de canalizaciones, tubo (conduit) metálico u otro material conductor y de cualquier conductor expuesto de iluminación, energía o señalización o estar separados de ellos por un material no conductor continuo y firmemente sujeto, además del aislamiento del conductor. Cuando se utilice cualquier tipo de tubo aislante, se debe sujetar firmemente en sus dos extremos. Cuando sea posible, los conductores deben pasar sobre cualquier tubería que pueda producir fugas o acumulación de humedad, y no por debajo de ella.

320-13. Entrada de los conductores en lugares donde pueda haber agua, humedad o vapores corrosivos. Cuando los conductores entren o salgan en lugares donde pueda haber agua, humedad o vapores corrosivos, se debe hacer en ellos una curva de goteo y después pasarlos en dirección hacia arriba y hacia dentro o desde el lugar húmedo, mojado o corrosivo a través de tubos aislantes no combustibles y no absorbentes.

NOTA: Para los conductores que entran o salen de edificios u otras estructuras, véase 230-52.

320-14. Protección contra daño físico. Se deben considerar expuestos a daño físico los conductores que estén a menos de 2,1 m del piso. Cuando los conductores visibles que atraviesen vigas de techo y columnas estén expuestos a daño físico, se deben proteger por uno de los siguientes métodos:

- (1) por bandas protectoras de espesor nominal no inferior a 2,5 cm y de una altura como mínimo igual que la de los soportes aisladores, colocados uno en cada extremo y cerca del conductor;
- (2) mediante un larguero de 13 mm de espesor mínimo en el que se apoyen los conductores, con protecciones laterales. Estos largueros deben prolongarse 25 mm como mínimo fuera de los conductores, pero no más de 50 mm, y los laterales de protección deben tener como mínimo 50 mm de alto y 25 mm de espesor nominal;
- (3) mediante una caja hecha como se ha indicado anteriormente y dotada de tapa que se mantenga alejada de los conductores que pasen por su interior un mínimo de 25 mm. Cuando haya que proteger conductores verticales sobre paredes laterales, esta caja debe ir cerrada por arriba y en los orificios a través de los cuales pasen los conductores, se deben instalar casquillos;
- (4) mediante tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, ligero o rígido no metálico que cumplan las condiciones de los Artículos 345, 346, 347 o 348; o por tubería metálica, en cuyo caso los conductores deben ir encerrados en tramos continuos de tubería flexible. Los conductores que pasen

a través de cubiertas metálicas deben agruparse de modo que la corriente eléctrica en ambas direcciones sea aproximadamente la misma.

320-15. Desvanes y espacios bajo techo sin acabado. Los conductores en desvanes y en espacios bajo techo sin acabado deben cumplir las siguientes condiciones:

a) Accesibles mediante una escalera fija o portátil. Los conductores se deben instalar a lo largo de o a través de agujeros perforados en las vigas, travesaños o columnas. Cuando pasen a través de orificios perforados, los conductores que atraviesen las vigas, travesaños o columnas a una altura no inferior a 2 m por encima del piso o columnas del mismo, deben protegerse mediante largueros adecuados que se prolonguen no más de 25 mm a cada lado del conductor. Estos largueros se deben sujetar firmemente. No son necesarios los largueros ni las bandas protectoras para conductores instalados a lo largo de las vigas, travesaños o columnas.

b) Lugares no accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo de las vigas del piso, travesaños o columnas o a través de orificios perforados en los mismos.

Excepción: En edificios terminados antes de hacer la instalación y que tengan en todos sus puntos una altura de techo inferior a 90 cm.

320-16. Desconectores. Los desconectores de acción rápida para montaje en superficie deben instalarse de acuerdo con lo indicado en 380-10(a) y no son necesarias cajas. Los desconectores de otros tipos se deben instalar de acuerdo con lo indicado en 380-4.

ARTICULO 321 - ALAMBRADO SOPORTADO POR UN MENSAJERO

321-1. Definición. Una instalación de cables soportados por un mensajero consiste en un alambrado soportado mediante un mensajero en los que se sujetan los conductores aislados por uno de los siguientes medios:

- (1) un mensajero con argollas o abrazaderas para los conductores;
- (2) un mensajero con anclajes instalados en obra para los conductores;
- (3) un cable aéreo ensamblado en fábrica;
- (4) cables múltiples, cableado en fábrica con un conductor desnudo y uno o más conductores aislados, como el dúplex, triplex, o cuádruple.

321-2. Otros Artículos. Las instalaciones con soporte tipo mensajero deben cumplir este Artículo y además las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta norma, especialmente los Artículos 225 y 300.

321-3. Usos permitidos

a) Tipos de cables. En las instalaciones con soporte tipo mensajero se permite instalar los siguientes elementos, en las condiciones indicadas en los Artículos que se mencionan para cada uno:

- (1) cables con aislamiento mineral y recubrimiento metálico (Artículo 330);
- (2) cables con recubrimiento metálico (Artículo 334);
- (3) cables multiconductores de entrada de acometida (Artículo 338);
- (4) cables multiconductores subterráneos del alimentador y de circuitos derivados (Artículo 339);
- (5) cables de control y energía aprobados para soportarse en soporte tipo charola para cables (Artículo 340);
- (6) cables para soportes tipo charola para cables de energía en 725-61 y 725-71, y
- (7) otros cables multiconductores de control, señalización o energía, aprobados e identificados para este uso.

b) En instalaciones industriales. Sólo en instalaciones industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación es atendida únicamente por personas calificadas, se permite usar los siguientes cables:

- 1) Cualquiera de los conductores contemplados en las Tablas 310-13 o 310-62.

2) Cables MT (MV).

Cuando estén expuestos a la intemperie, los conductores deben estar aprobados y listados para su uso en lugares mojados.

Cuando estén expuestos a los rayos directos del sol, los cables o conductores deben ser resistentes a la luz de éste.

c) En áreas peligrosas (clasificadas). Se permiten las instalaciones soportadas por un mensajero en áreas peligrosas (clasificadas) cuando los cables de las mismas estén permitidos para tal uso, según se indica en 501-4, 502-4, 503-3 y 504-20.

321-4. Usos no permitidos. No se permite usar instalaciones soportadas por un mensajero en los cubos de los elevadores o cuando estén expuestas a daño físico.

321-5. Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente esta determinada en la tabla A-310-2.

321-6. Soporte del mensajero. Los mensajeros deben sujetarse por sus extremos y en puntos intermedios, de modo que no causen esfuerzos mecánicos sobre los conductores. No se permite que los conductores estén en contacto con los soportes de los mensajeros ni con miembros estructurales, paredes o tuberías.

321-7. Puesta a tierra. El mensajero se debe conectar a tierra tal como se establece en 250-32 y 250-33, para la puesta a tierra de envolvertes.

321-8. Empalmes y derivaciones de los conductores. En las instalaciones soportadas por un mensajero, se permiten empalmes y derivaciones de los conductores que estén hechas y aisladas con dispositivos aprobados.

ARTICULO 324 - ALAMBRADO OCULTO SOBRE AISLADORES

324-1. Definición. El alambrado oculto sobre aisladores es una instalación en la que se utilizan aisladores, tubos y tubo (conduit) flexible no metálico para la protección y soporte de los cables monoconductores aislados.

324-2. Otros Artículos. El alambrado oculto sobre aisladores debe cumplir con este Artículo y además con las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta norma, especialmente el 300.

324-3. Usos permitidos. Se permite hacer un alambrado oculto sobre aisladores en los espacios huecos de las paredes o techos, en desvanes sin acabar y espacios bajo techos, tal como se establece en 324-11, sólo en los siguientes casos:

- 1) Ampliaciones de instalaciones ya existentes.
- 2) En cualquier otro, con permiso especial.

324-4. Usos no permitidos. No se permite hacer instalaciones ocultas sobre aisladores en estacionamientos comerciales, teatros y locales similares, estudios cinematográficos, áreas peligrosas (clasificadas) o en los espacios huecos de las paredes, plafones y desvanes, cuando dichos espacios estén aislados por material aislante suelto o en rollos, que envuelva a los conductores.

324-5. Conductores

a) Tipo. Los conductores deben ser del tipo especificado en el Artículo 310.

b) Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente debe cumplir lo establecido en 310-15.

324-6. Soportes de los conductores. Los conductores deben estar rígidamente sujetos sobre materiales aislantes no combustibles y no absorbentes, y no deben estar en contacto con cualquier otro tipo de objetos. Los soportes se deben instalar como sigue: (1) a menos de 15 cm a cada lado de un empalme o derivación, y (2) a intervalos no mayores a 1,40 m.

Excepción: Si fuera impracticable que hubiera soportes en lugares secos, se permite pasar los conductores a través de espacios huecos si cada conductor va encerrado individualmente en un tubo (conduit) flexible no metálico. El tubo (conduit) debe ser continuo entre los soportes, entre cajas o entre un soporte y una caja.

324-7. Alambres de amarre. Cuando se utilicen aisladores sólidos, los conductores se deben sujetar a ellos mediante alambres de amarre con un aislamiento equivalente al del conductor.

324-8. Separación entre conductores. Entre los conductores se debe mantener una distancia no menor que 8 cm y entre el conductor y la superficie sobre la que pasa una no menor que 2,5 cm.

Excepción: Cuando haya espacio muy limitado para cumplir con las anteriores separaciones, como en los medidores, tableros de distribución, salidas y desconectores, los conductores se deben encerrar individualmente en tubos (conduit) flexibles no metálicos que deben ser de tramo continuo entre el último soporte o caja y el punto de terminación.

324-9. Cables a través de las paredes, pisos, vigas de madera, etc. Cuando los conductores pasen a través de agujeros hechos en los miembros estructurales, deben cumplir lo establecido en 320-11. Cuando pasen a través de armazones de madera en paredes de yeso, los conductores se deben proteger mediante tubos aislantes no combustibles y no absorbentes que se extiendan no menos de 7,5 cm sobre la madera.

324.10. Separación con tubería, conductores expuestos, etc. Los conductores deben cumplir las disposiciones en 320-12 en cuanto a separación a otros conductores expuestos, tubería, etcétera.

324-11. Desvanes sin acabado y espacios bajo techo. Los conductores en desvanes y espacios bajo techo sin acabado deben cumplir con las siguientes disposiciones:

NOTA: Para límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

a) Accesibles mediante una escalera fija o portátil. Los conductores se deben instalar a lo largo o a través de orificios perforados en las vigas, travesaños o columnas. Cuando pasen a través de orificios perforados, los conductores que atraviesen las vigas, travesaños o columnas a una altura no menor que 2,10 m por encima del piso o columnas del mismo, deben protegerse mediante orificios adecuados que se extiendan no más de 2,5 cm a cada lado del conductor. Estos largueros se deben sujetar firmemente. No son necesarios largueros ni bandas protectoras para conductores instalados a lo largo de las vigas, travesaños o columnas.

b) No accesibles mediante una escalera fija o portátil. Los conductores se deben instalar a lo largo de las vigas, travesaños o columnas o a través de orificios perforados en los mismos.

Excepción: En edificios terminados antes de hacer la instalación y que tengan en todos sus puntos una altura de techo menor que 1 m.

324-12. Empalmes. Los empalmes deben estar soldados, a no ser que se utilicen dispositivos de empalme aprobados. No se deben hacer empalmes en línea o que se puedan romper por tensión mecánica.

324-13. Cajas. Las cajas de salida deben cumplir con el Artículo 370.

324-14. Desconectores. Los desconectores deben cumplir con lo indicado en 380-4 y 380-10 (b).

ARTICULO 325 - CABLES CON SEPARADOR INTEGRADO DE GAS (TIPO IGS)

A. Disposiciones generales

325-1. Definición. Un cable tipo IGS es un conjunto ensamblado en fábrica de uno o más conductores, cada uno de ellos aislado y encerrado individualmente en un tubo no metálico flexible de acoplamiento elástico, como si fuera un cable integrado con separador de gas de 0 a 600 V nominales.

325-2. Otros Artículos. Los cables tipo IGS deben cumplir con este Artículo y con las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta norma.

325-3. Usos permitidos. Se permite utilizar los cables tipo IGS en instalaciones subterráneas, incluso enterrados directamente en la tierra, como conductores de entrada de acometida o como conductores de los alimentadores y circuitos derivados.

325-4. Usos no permitidos. Los cables tipo IGS no se deben utilizar en alambrados interiores o expuestos que estén en contacto con los edificios.

B. Instalación

325-11. Radio de curvatura. Cuando se suministran tubos no metálicos y los cables que se doblen en bobinas para su instalación o se doblen durante el embarque o instalación, el radio de curvatura medido desde el interior de la curva no debe ser inferior al especificado en la Tabla 325-11.

325-12. Curvas. Un tramo de cable tipo IGS entre dos cajas de jalado o terminales no debe tener más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total), incluidas las curvas situadas inmediatamente a la entrada o salida de la caja.

TABLA 325-11.- Radio mínimo de curvatura

Designación del tubo	Radio mínimo (mm)
53 (2)	600
78 (3)	900
103 (4)	1100

325-13. Accesorios. Las terminales y empalmes de los cables tipo IGS deben ser aprobadas e identificadas como de un tipo adecuado para mantener la presión del gas dentro del tubo. Cada tramo de cable debe tener una válvula, una tapa y un registro para comprobar la presión del gas o inyectar gas al tubo.

325-14. Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente de los cables y tubos tipo IGS no debe exceder los valores de la Tabla 325-14 para cables mono o multiconductores.

TABLA 325-14.- Capacidad de conducción de corriente de los cables tipo IGS

Tamaño o Designación mm ² (kcmil)	Amperes (A)
127 (250)	119
253 (500)	168
380 (750)	206
507 (1 000)	238
633 (1 250)	266
760 (1 500)	292
887 (1 750)	315
1010 (2 000)	336
1 140 (2 250)	357
1 267 (2 500)	376
1 520 (3 000)	412
1 647 (3 250)	429
1 774 (3 500)	445
1 900 (3 750)	461
2 027 (4 000)	476
2 154 (4 250)	491
2 280 (4 500)	505
2 407 (4 750)	519

C. Especificaciones de construcción

325-20. Conductores. Los conductores deben ser barras de aluminio sólido en paralelo, formando conjuntos de 1 a 19 barras de 12,7 mm de diámetro. El tamaño nominal mínimo de los conductores debe ser de 127 mm² (250 kcmil) y el máximo de 2 407 mm² (4 750 kcmil).

325-21. Aislamiento. El aislamiento debe ser con cintas de papel kraft seco y hexafluoruro de azufre (SF₆) a presión, ambos aprobados para uso eléctrico. La presión nominal del gas debe ser de 138 kPa manométricos.

El espesor del papel separador debe ser el que se especifica en la Tabla 325-21.

TABLA 325-21.- Espesor del papel separador

Tamaño o Designación mm ² (kcmil)	Espesor en mm
127 a 507 (250-1 000)	1,0

633 a 2 407 (1250-4 750)	1,5
--------------------------	-----

325-22. Tubo. El tubo debe ser de polietileno de media densidad, adecuado para usarse en tubería para gas natural con designación de 53 (2), 78(3) y 103 (4). El por ciento de ocupación del tubo aparece en la Tabla 325-22.

El área de la sección transversal del tubo permitido para cada tamaño del conductor debe calcularse de modo que el por ciento de ocupación no supere lo permitido en la Tabla 1, capítulo 10.

TABLA 325-22.- Dimensiones de los tubos

Designación del tubo	Diámetro exterior (aproximados) mm	Diámetro interior (aproximados) mm
53 (2)	60	53
78 (3)	89	78
103(4)	114	103

325-23. Puesta a tierra. Los cables tipo IGS deben cumplir lo establecido en el Artículo 250.

325-24. Marcado. Se deben aplicar a los cables tipo IGS las disposiciones de 310-11.

ARTICULO 326 - CABLES DE MEDIA TENSION MT(MV)

326-1. Definición. Un cable tipo MT es un cable monoconductor o multiconductor con aislamiento sólido para tensión eléctrica nominal de 2 001 V a 35 000 V.

326-2. Otros Artículos. Los cables tipo MT deben cumplir este Artículo y además las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta norma, especialmente los Artículos 300, 305, 310, 318, 501 y 710.

326-3. Usos permitidos. Se permite usar los cables tipo MT en instalaciones hasta 35 000 V nominales, en lugares secos o mojados (véase Tabla 310-61), en canalizaciones, en soportes tipo charola para cables como se especifica en 318-3(b)(1) o directamente enterrados según se indica en 710-4(b) y en alambros soportados por mensajero.

326-4. Usos no permitidos. No se permite usar los cables tipo MT si no están aprobados e identificados para ese uso (1) cuando estén expuestos a la luz directa del sol y (2) en soportes tipo charola para cables.

326-5. Construcción. Los cables tipo MT pueden tener conductores de cobre o aluminio, y deben estar contruidos de acuerdo con lo establecido en el Artículo 310.

326-6. Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente de los cables tipo MT debe cumplir con lo establecido en 310-60.

Excepción: La capacidad de conducción de corriente de un cable tipo MT, instalado en un soporte tipo charola para cables, debe cumplir lo establecido en 318-3.

326-7. Marcado. Los cables tipo MT deben estar marcados de acuerdo con lo especificado en 310-11.

ARTICULO 328 - CABLE PLANO TIPO FCC

A. Disposiciones Generales

328-1. Alcance. Este Artículo cubre a un sistema de alambrado de circuitos derivados, hecho en obra, con cables tipo FCC y sus correspondientes accesorios, según define este Artículo. Este sistema de alambrado está diseñado para instalarse bajo alfombra.

328-2. Definiciones

Cable tipo FCC. El cable tipo FCC consiste en tres o más conductores planos de cobre situados uno al lado del otro, y separados y encerrados dentro de una cubierta aislante.

Sistema FCC. Un sistema completo de alambrado para circuitos derivados diseñado para ser instalado bajo alfombras. El sistema FCC incluye los cables tipo FCC y sus correspondientes blindajes, conectores, terminales, adaptadores, cajas y receptáculos.

Conector de cable. Un conector diseñado para unir cables tipo FCC sin necesidad de usar una caja.

Extremo aislado. Aislador diseñado para aislar eléctricamente el extremo de un cable tipo FCC.

Pantalla superior. Es una pantalla metálica puesta a tierra que protege bajo la alfombra y sobre los componentes del sistema FCC para protegerlos contra daño físico.

Pantalla inferior. Capa protectora que se instala entre el piso y los cables planos tipo FCC para protegerlos contra los daños físicos. Puede estar o no incorporada como parte integrante del cable.

Ensamble de transición. Conjunto que facilita la conexión de un sistema FCC a instalaciones de otro tipo y que incorpora (1) un medio de conexión eléctrica y (2) una caja o tapa adecuada que ofrezca seguridad eléctrica y protección contra daño físico.

Conexiones de las pantallas metálicas. Medios de conexión diseñados para conectar eléctrica y mecánicamente una pantalla metálica a otra pantalla, a una caja, a un dispositivo autónomo o a un conjunto de transición.

328-3. Otros Artículos. Las instalaciones FCC deben cumplir además con lo establecido en los Artículos 210, 220, 240, 250 y 300 en aquello que les resulte aplicable.

328-4. Usos permitidos

a) Circuitos derivados. Se permite el uso de sistemas FCC en circuitos derivados, tanto los de uso general y de aparatos eléctricos como los individuales.

b) Pisos. Se permite instalar sistemas FCC sobre pisos duros, resistentes, suaves y continuos, hechos de concreto, cerámica o sistemas mixtos, madera y similares.

c) Paredes. Se permite el uso de sistemas FCC en la superficie de las paredes siempre que vayan en canalizaciones metálicas superficiales.

d) Lugares húmedos. Se permite el uso de sistemas FCC en lugares húmedos.

e) Pisos calientes. Los materiales utilizados en pisos que por su ubicación o exposición a fuentes de calor alcancen temperaturas mayores que 30 °C deben estar aprobados e identificados para poder usarlos a esas temperaturas.

328-5. Usos no permitidos. Los sistemas FCC no deben utilizarse en:

- (1) exteriores ni en lugares mojados;
- (2) presencia de vapores corrosivos;
- (3) cualquier área peligrosa (clasificada);
- (4) los edificios residenciales, escuelas, colegios y hospitales.

328-6. Valores nominales de los circuitos derivados

a) Tensión eléctrica. La tensión eléctrica entre conductores no puestos a tierra no debe exceder de 300 V. La tensión eléctrica entre conductores no puestos a tierra y el conductor puesto a tierra no debe exceder de 150 V.

b) Corriente eléctrica. La corriente eléctrica en los circuitos derivados de uso general y de aparatos eléctricos, no debe exceder 20 A. La capacidad máxima admisible en los circuitos derivados individuales, no debe exceder 30 A.

B. Instalación

328-10. Cubiertas. Los cables, conectores y extremos aislantes tipo FCC deben ir cubiertos con tramos cuadrados de alfombra de lados no mayores a 90 cm. Los tramos de alfombra se deben pegar a la superficie del piso con adhesivos no permanentes para cuando se requiera modificar o dar mantenimiento a la instalación.

328-11. Conexiones y extremos aislados de los cables. Todas las conexiones de los cables tipo FCC se deben hacer mediante conectores aprobados para ese uso, instalados de manera que aseguren la continuidad eléctrica, el aislamiento y la hermeticidad contra la humedad y salpicaduras de líquidos. Todos los extremos desnudos de los cables se deben aislar y sellar contra la humedad y las salpicaduras de líquidos mediante aislantes aprobados.

328-12. Pantallas

a) Pantalla superior. Se debe instalar sobre todos los cables, conectores y extremos aislantes tipo FCC montados en el piso una pantalla que cubra completamente todos los tramos de cables, esquinas, conectores y extremos.

b) Pantalla inferior. Se debe instalar una pantalla inferior debajo de todos los cables, conectores y extremos aislantes tipo FCC.

328-13. Conexiones de envolventes y pantallas. Todas las pantallas metálicas, cajas, cajas de receptáculos y dispositivos autocontenidos deben tener continuidad eléctrica con el conductor de puesta a tierra de equipo de su circuito derivado. Todas esas conexiones eléctricas se deben hacer con conectores aprobados e identificados para este uso. La resistividad eléctrica de dicho sistema no debe exceder la de una fase del cable tipo FCC utilizado en la instalación.

328-14. Receptáculos. Los receptáculos, sus bases y dispositivos autónomos utilizados con el sistema FCC deben estar aprobados e identificados para ese uso y deben estar conectados al cable tipo FCC y a las pantallas metálicas. La conexión de cualquier conductor de puesta a tierra del cable FCC se debe hacer en cada receptáculo al sistema de pantallas metálicas.

328-15. Conexión a otros sistemas. La conexión al circuito de alimentación, de puesta a tierra y al sistema de pantallas entre la instalación FCC y cualquier otro sistema de alambrado, se debe hacer en un ensamble de transición aprobado e identificado para ese uso.

328-16. Anclaje. Todos los componentes de la instalación FCC deben ir firmemente anclados al piso o a la pared mediante un sistema de anclaje por adhesivo o mecánico aprobado e identificado para ese uso. Los pisos deben prepararse de modo que aseguren la adherencia de la instalación al piso hasta que se coloque la alfombra.

328-17. Intersecciones. No se permite en ningún punto intersecciones de más de dos cables tipo FCC. Se permiten las intersecciones de un cable tipo FCC sobre o bajo un cable plano de comunicaciones o de señales. En todos los casos los dos cables deben ir separados por una pantalla metálica puesta a tierra y no se permiten más de dos cruces de cables planos en ningún punto.

328-18. Altura de la instalación. Cualquier parte de una instalación FCC que tenga una altura sobre el piso mayor que 2,3 mm debe adelgazarse o biselarse en los extremos para dejarla al nivel del piso.

328-19. Modificaciones al sistema FCC. Se permiten cambios en las instalaciones FCC. En esos cambios, cuando se hagan nuevas conexiones, deben utilizarse conectores nuevos. Se permite dejar instalados y energizados cables y conectores asociados de circuitos que no estén en servicio. Todos los extremos de los cables deben estar cubiertos con terminales aislantes.

328-20. Polarización de conexiones. Todos los receptáculos y conexiones deben estar construidos e instalados de forma que se mantenga la polarización adecuada del sistema.

C. Especificaciones de construcción

328-30. Cable tipo FCC. El cable tipo FCC debe estar aprobado para usarse con el sistema FCC y debe consistir en tres, cuatro o cinco conductores planos de cobre, uno de los cuales debe ser el conductor de puesta a tierra de equipo. El material aislante del cable debe ser resistente a la humedad y resistente a la propagación de la flama.

328-31. Marcado. El cable tipo FCC debe estar marcado de modo claro y duradero por ambos lados a intervalos no mayores a 60 cm con la información que exige 310-11(a) y con la siguiente información adicional:

- (1) material de los conductores:
- (2) temperatura máxima admisible, y
- (3) capacidad de conducción de corriente.

328-32. Identificación de los conductores

a) Colores. Los conductores deben estar marcados de modo claro y duradero por ambos lados a todo lo largo, como se especifica en 310-12.

b) Orden de colocación. En un sistema FCC de dos conductores y puesta a tierra, el conductor de puesta a tierra debe estar al centro.

328-33. Resistencia a la corrosión. Los componentes metálicos del sistema deben:

- (1) ser resistentes a la corrosión;
- (2) estar recubiertos de material resistente a la corrosión, o
- (3) estar aislados del contacto con sustancias corrosivas.

328-34. Aislamiento. Todos los materiales aislantes del sistema FCC deben estar aprobados e identificados para su uso.

328-35. Pantallas

a) Materiales y dimensiones. Todas las pantallas superiores e inferiores deben ser de forma y materiales aprobados e identificados para ese uso. Las pantallas superiores deben ser metálicas. Las pantallas inferiores pueden ser metálicas o no metálicas.

b) Resistividad. Las pantallas metálicas deben ser de sección transversal que ofrezca una resistividad eléctrica no mayor que la de un conductor del cable tipo FCC que se utilice en la instalación.

c) Conectores de las pantallas metálicas. Las pantallas metálicas deben conectarse entre sí y a las cajas, carcasas de receptáculos, dispositivos autocontenidos y ensambles de transición, mediante conectores adecuados.

328-36. Receptáculos y sus cajas. Se permite utilizar en un sistema FCC cajas para receptáculos y dispositivos autocontenidos diseñados para montarlos en el piso o en la pared. Las cajas de los receptáculos y los dispositivos autocontenidos deben llevar medios que faciliten la entrada y terminación de los cables tipo FCC, y para conectar eléctricamente la caja o dispositivo a la pantalla metálica. Los receptáculos y dispositivos autocontenidos deben cumplir con lo establecido en 210-7. Se permite instalar tomas de comunicación y de corriente eléctrica en la misma caja, de acuerdo con lo establecido en la Excepción 2 de 800-52(c)(2).

328-37. Ensamblés de transición. Todos los ensambles de transición deben estar aprobados e identificados para ese uso. Cada ensamble debe incorporar medios que faciliten la entrada del cable tipo FCC en el conjunto para conectarlo a los conductores puestos a tierra y para conectar eléctricamente el ensamble a las pantallas metálicas de los cables y a los conductores de puesta a tierra de equipo.

ARTICULO 330 - CABLE CON AISLAMIENTO MINERAL Y CUBIERTA METALICA TIPO MI

A. Disposiciones generales

330-1. Definición. Un cable con aislamiento mineral y cubierta metálica tipo MI es un cable ensamblado de fábrica de uno o más conductores aislados con un aislante de mineral refractario de alta compresión y encerrado en una cubierta continua de cobre o de aleación de acero, hermético a los líquidos y a los gases.

330-2. Otros Artículos. Los cables tipo MI deben cumplir con este Artículo y con las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta norma, especialmente con lo indicado en el Artículo 300.

330-3. Usos permitidos. Se permite usar cables tipo MI para lo siguiente:

- (1) para acometidas, alimentadores y circuitos derivados;
- (2) para circuitos de fuerza, alumbrado, señalización y control;
- (3) en lugares secos, mojados o continuamente húmedos;
- (4) en interiores y exteriores;
- (5) expuestos u ocultos;
- (6) embebidos en aplanados, concreto, rellenos u otros materiales de mampostería, ya sea sobre o bajo la superficie;
- (7) en cualquier área peligrosa (clasificada);
- (8) expuestos a aceite o gasolina;
- (9) expuestos a condiciones corrosivas que no deterioren su recubrimiento;
- (10) en tramos subterráneos, adecuadamente protegidos contra daño físico y contra la corrosión.

330-4. Usos no permitidos. No debe usarse cables MI cuando estén expuestos a condiciones corrosivas destructivas.

Excepción: Cuando estén protegidos con materiales adecuados para esas condiciones.

B. Instalación

330-10. Lugares mojados. Cuando se instalen en lugares mojados, los cables MI deben cumplir lo establecido en 300-6(c).

330-11. A través de vigas, columnas y travesaños. Cuando se instalen a través de vigas, columnas, travesaños o elementos de madera similares, los cables tipo MI deben cumplir lo establecido en 300-4.

330-12. Soportes. Los cables tipo MI deben sujetarse firmemente a intervalos no mayores de 1,8 m mediante cinchos, grapas, abrazaderas o accesorios similares diseñados para ello e instalarse de modo que no dañen al cable.

Excepción 1: Cuando el cable se instale por medio de una guía.

Excepción 2: Cuando los cables tipo MI se instalan en soportes tipo charola para cables, deben cumplir con lo establecido en 318-8(b).

330-13. Curvas. Las curvas en los cables tipo MI se deben hacer de modo que no dañen al cable. El radio de la parte interior de cualquier curva no debe ser inferior a los valores siguientes:

1) Cinco veces el diámetro exterior de la cubierta metálica para cables de diámetro exterior no mayor a 20 mm.

2) Diez veces el diámetro exterior de la cubierta metálica para cables de diámetro exterior superior a 20 mm pero no mayor que 25 mm.

330-14. Accesorios. Los accesorios utilizados para conectar cables tipo MI a las cajas, gabinetes u otro equipo deben estar aprobados e identificados para ese uso. Cuando entren en cajas o envolventes de metales ferrosos, la instalación de cables monoconductores debe cumplir con lo establecido en 300-20, para evitar el calentamiento debido a inducción.

330-15. Sellado de terminales. En las terminales de cables tipo MI, inmediatamente después de quitar el recubrimiento debe aplicarse un sello para evitar la entrada de humedad en el aislamiento. Los conductores que sobresalgan del recubrimiento deben cubrirse individualmente con un material aislante.

330-16. Cables monoconductores. Cuando se usen cables monoconductores, todos los conductores de fase y el neutro, cuando exista, deben agruparse para minimizar la tensión eléctrica inducida en la cubierta metálica. Cuando los cables monoconductores entren en envolventes de metal ferroso, la instalación debe cumplir con lo establecido en 300-20, para evitar el calentamiento por inducción.

C. Especificaciones de construcción

330-20. Conductores. Los conductores de los cables tipo MI deben ser de cobre sólido o cobre recubierto de níquel, con una resistencia eléctrica correspondiente a su tamaño nominal.

330-21. Aislamiento. El aislamiento de los conductores de los cables tipo MI debe ser de un mineral refractario de alta compresión que deje espacio suficiente para todos los conductores.

330-22. Cubierta exterior. La cubierta exterior debe ser continua, de modo que ofrezca protección mecánica y contra la humedad. Si es de cobre, debe proporcionar una trayectoria adecuada para la puesta a tierra de equipo. Si es de acero, debe disponerse de un conductor de puesta a tierra de equipo que cumpla con el Artículo 250.

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).

331-2. Otros Artículos aplicables. Las instalaciones con tubo (conduit) no metálico deben cumplir con lo requerido en las partes aplicables del Artículo 300. Cuando de acuerdo con en el Artículo 250 se requiere un

conductor de puesta a tierra de equipo, debe instalarse en la canalización un conductor separado para puesta a tierra de equipo.

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 exceda 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".

B. Instalación

331-5. Designación nominal.

- a) **Mínimo.** No debe utilizarse tubo (conduit) de designación nominal menor que 16 (1/2).

b) **Máximo.** No debe utilizarse tubo (conduit) de designación nominal mayor que 103 (4).

331-6. Número de conductores en el tubo (conduit) no metálico. El número de conductores no debe exceder el permitido en la Tabla 10-1 del Capítulo 10.

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.

331-9. Curvas. Las curvas del tubo (conduit) no metálico se deben hacer de modo que el tubo (conduit) no sufra daños y que su diámetro interior no se reduzca efectivamente. Se permite hacer curvas a mano sin equipo auxiliar, y el radio de curvatura de la parte interna de dichas curvas no debe ser inferior al permitido en la Tabla 346.10.

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.

331-13. 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)

C. Especificaciones de construcción

331-15. Generalidades. El tubo (conduit) no metálico debe estar marcado de modo claro y duradero al menos cada 3 metros, como exige el primer párrafo de 110-21. En la marca debe indicarse también el tipo de material. Se permite identificar con el sufijo LS al tubo (conduit) de baja emisión de humos, resistente a la propagación de incendio y de baja emisión de gas ácido.

El tipo, tamaño y cantidad de conductores utilizados en los ensambles prealambrados fabricados deben identificarse por medio de una etiqueta impresa, unida en cada extremo del ensamble fabricado, ya sea que esté en caja, bobina o carrete. Los conductores utilizados deben marcarse de acuerdo con la Sección 310-11.

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.

332-2. Otros Artículos aplicables. Las instalaciones en tubo (conduit) de polietileno deben cumplir con lo requerido en las partes aplicables del Artículo 300. Cuando en el Artículo 250 se requiera la puesta a tierra de equipo, debe instalarse dentro del tubo (conduit) un conductor para ese propósito.

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.

B. Instalación

332-5. Designación

a) **Mínimo.** No debe utilizarse tubo (conduit) de polietileno de designación nominal menor que 16 (1/2).

b) **Máximo.** No debe utilizarse tubo (conduit) de polietileno de designación nominal mayor que 53 (2).

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.

332-9. Curvas. Las curvas del tubo (conduit) de polietileno se deben hacer de modo que el tubo (conduit) no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permite hacer curvas a mano sin equipo auxiliar, y el radio de curvatura de la parte interna de dichas curvas no debe ser inferior al permitido en la Tabla 346-10. Se debe utilizar accesorios aprobados.

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).

C. Especificaciones de construcción

332-14. Marcado. El tubo (conduit) de polietileno debe estar marcado de modo claro y duradero al menos cada 2 m para la canalización lisa y al menos cada 3 m para la canalización corrugada, como se exige en el primer párrafo 110-21. En la marca se indica también el tipo de material.

ARTICULO 333 - CABLE ARMADO TIPO AC

A. Disposiciones generales

333-1. Definición. Un cable tipo AC es un grupo de conductores aislados ensamblados en fábrica dentro de una cubierta metálica flexible. Véase 333-19.

333-2. Otros Artículos aplicables. Los cables tipo AC deben cumplir lo establecido en este Artículo y las disposiciones aplicables de otros en esta norma, especialmente las establecidas en el Artículo 300.

333-3. Usos permitidos. Si no se especifica otra cosa en esta norma y si no están sujetos a daño físico, se permite utilizar cables tipo AC en circuitos alimentadores y derivados, tanto expuestos como ocultos y en soportes tipo charola para cables cuando estén especificados para dicho uso.

Se permite utilizar cables tipo AC en lugares secos e instalados directamente bajo yeso, ladrillo u otro material de mampostería, excepto en lugares húmedos o mojados. Se permite tender o sujetar estos cables en los huecos existentes entre las paredes de ladrillo o azulejo, cuando éstas no estén expuestas o sometidas a excesiva agua o humedad o se encuentren bajo el nivel del piso.

333-4. Usos no permitidos. No debe usarse cables tipo AC cuando esté prohibido en cualquier Artículo de esta norma, como:

- (1) en teatros y lugares similares, excepto lo establecido en el Artículo 518, lugares de reunión;
- (2) en estudios cinematográficos;
- (3) en áreas peligrosas (clasificadas), excepto lo permitido en las Excepciones de 501-4(b), y 502-4(b), así como en la Sección 504-20;
- (4) cuando estén expuestos a humos o vapores corrosivos;
- (5) en grúas o polipastos, excepto lo establecido en la Sección 610-11(c);
- (6) en bancos de baterías;
- (7) en elevadores o montacargas, excepto lo establecido en 620-21, y
- (8) en estacionamientos comerciales cuando esté prohibido por el Artículo 511.

B. Instalación

333-7. Soportes. Los cables tipo AC deben sujetarse por medio de grapas, abrazaderas, soportes colgantes o accesorios, diseñados e instalados de forma que no dañen al cable, a intervalos que no excedan de 1,4 m y a menos de 30 cm de una caja de salida, caja, gabinete o envolvente.

Excepción 1: Cuando el cable se instale dentro de cualquier tipo de canalización, por medio de un sistema de jalado.

Excepción 2: En las terminales con longitudes no mayores a 60 cm, cuando se requiera flexibilidad.

Excepción 3: En longitudes no mayores a 1,8 m desde una caja dentro de un cielo falso, accesible para aparatos o equipo de alumbrado.

Excepción 4: Cuando vayan instalados en soporte tipo charola para cables, los cables tipo AC deben cumplir lo establecido en 318-8(b).

Excepción 5: Cuando los cables se instalen a través de elementos estructurales con distancias entre ellos no mayores a 1,4 m, no se requieren soportes adicionales, pero deben cumplir con el requerimiento de sujeción en cada caja de salida, caja de unión gabinete o accesorio.

333-8. Radio de curvatura. Todas las curvas deben hacerse de modo que el cable no resulte dañado y que el radio de curvatura del borde interior de cada curva no sea inferior a cinco veces el diámetro del cable tipo AC.

333-9. Cajas y accesorios. En todos los puntos donde termine la armadura de un cable AC debe instalarse un accesorio que proteja los cables contra la abrasión, excepto si el diseño de las cajas de salida o el accesorio ofrecen una protección equivalente y además se instala un casquillo aislante o protección equivalente entre los conductores y la armadura. El conector o grapa con la que se sujete el cable tipo AC a las cajas o envoltentes debe estar proyectado de tal manera que el casquillo aislante o protección equivalente quede visible para su inspección. Cuando se cambie de un cable tipo AC a otro cable o método de alambrado en canalización, en los puntos de unión deben instalarse cajas o registros de acuerdo con lo indicado en 300-15.

333-10. Cruces a través de miembros estructurales o paralelos a ellos. Cuando los cables tipo AC se instalen a través de columnas, vigas, travesaños o miembros estructurales similares de madera o metálicos, deben cumplir lo establecido en 300-4.

333-11. Cables expuestos. Los tramos expuestos de cables deben seguir la superficie del acabado del inmueble o sobre los aleros o techos volados.

Excepción 1: Tramos no mayores a 60 cm en las terminales, cuando haya que darles flexibilidad.

Excepción 2: Cuando vayan por la parte inferior de las vigas y estén apoyados en cada viga y colocados de modo que no estén sometidos a daño físico.

Excepción 3: Tramos no mayores a 1,8 m desde una caja dentro de un cielo falso accesible, hasta los dispositivos o luminarios.

333-12. En tapancos accesibles. Los cables tipo AC en desvanes o espacios bajo el techo accesibles, se deben instalar según las siguientes especificaciones:

a) Cuando se instalen a través de la parte superior de las vigas del piso. Cuando se instalen en desvanes o espacios accesibles entre tejado y techo, cruzando sobre las vigas del techo o sobre postes o travesaños a una distancia menor que 2 m del techo o de las vigas del mismo, los cables deben protegerse por medio de tiras de guarda adecuadas que tengan al menos la altura del diámetro del cable. Cuando este espacio no sea accesible por medio de escaleras permanentes o portátiles, sólo se requiere protegerlos hasta una distancia de 1,8 m a partir de la entrada al desván.

b) Cables instalados paralelamente a los miembros estructurales. Cuando el cable se instale paralelamente a los laterales de travesaños, columnas o vigas del piso, no se necesitan abrazaderas ni largueros protectores y su instalación debe cumplir lo establecido en 300-4(d).

C. Especificaciones de construcción

333-19. Construcción. Los cables tipo AC deben tener una armadura de cinta metálica flexible. Los conductores aislados deben cumplir lo establecido en 333-20. Los cables tipo AC deben tener una banda interna de empalme de cobre o aluminio en contacto continuo con la armadura y a lo largo de toda ella.

333-20. Conductores. Los conductores aislados deben ser de un tipo indicado en la Tabla 310-13 o identificados para su uso en este tipo de cables. Además, los conductores deben tener una cubierta general fibrosa resistente a la humedad y resistente a la propagación de la flama. Para los cables tipo AC únicamente sobre los conductores individuales se requiere cubierta fibrosa y resistente a la humedad. Su capacidad de conducción de corriente debe determinarse de acuerdo con 310-15.

Excepción: Los cables armados instalados en aislamientos térmicos, deben tener conductores para una temperatura de operación de 90 °C. La capacidad de conducción de corriente debe ser la correspondiente a los conductores de 60 °C.

333-21. Puesta a tierra. Los cables tipo AC deben tener un conductor adecuado para puesta a tierra de equipo, como se exige en 250-51.

333-22. Marcado. Se debe aplicar lo establecido en 310-11, excepto que los cables tipo AC deben llevar la identificación del fabricante mediante una marca externa visible en la cubierta del cable, a todo lo largo. Se permite identificar con el sufijo LS a los cables resistentes a la propagación de incendio, con baja emisión de humos y gas ácido.

ARTICULO 334 - CABLES CON ARMADURA METALICA TIPO MC**A. Disposiciones generales**

334-1. Definición. Un cable tipo MC es un conjunto ensamblado en fábrica de uno o más conductores aislados con o sin cables de fibra óptica, encerrados en una armadura metálica de cinta engargolada o en un tubo liso o corrugado.

334-2. Otros Artículos. Los cables con armadura metálica deben cumplir las disposiciones de este Artículo y las que les sean aplicables de otros en esta norma, en especial el Artículo 300.

Se permite utilizar cables tipo MC en instalaciones de más de 600 V nominales. Véase 300-2(a).

334-3. Usos permitidos. Si no se indica otra cosa en esta norma y si no están sujetos a daño físico, se permite utilizar cables tipo MC en los siguientes casos:

- (1) en acometidas, circuitos alimentadores y derivados;
- (2) en circuitos de fuerza, alumbrado, control y señalización;
- (3) en interiores y exteriores;
- (4) expuestos u ocultos;
- (5) directamente enterrados cuando estén especificados para ese uso;
- (6) en soportes tipo charola para cables;
- (7) en cualquier canalización;
- (8) en tramos abiertos;
- (9) como cable aéreo o soportado por mensajero;
- (10) en áreas peligrosas (clasificadas) como permiten los Artículos 501, 502, 503 y 504;
- (11) en lugares secos e instalados directamente bajo yeso, ladrillo u otro material de mampostería, excepto en lugares húmedos o mojados, y
- (12) en lugares mojados que cumplan alguna de las siguientes condiciones:
 - 1) Que la cubierta metálica sea resistente a la humedad.
 - 2) Que debajo de la armadura metálica lleve una cubierta de plomo o una cubierta resistente a la humedad.
 - 3) Que los conductores aislados bajo la armadura metálica estén aprobados y listados para usarlos en lugares mojados.

Excepción: Véase la Excepción de 501-4(b).

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

334-4. Usos no permitidos. Los cables tipo MC no deben usarse cuando estén expuestos a condiciones corrosivas destructivas, como enterrados directamente o en concreto o cuando estén expuestos a relleno de escoria, cloruros fuertes, álcalis cáusticos o vapores de cloro o de ácido clorhídrico.

Excepción: Si la armadura metálica es adecuada para esas condiciones o está protegida por un material adecuado para esas condiciones.

B. Instalación

334-10. Instalación. Los cables tipo MC deben instalarse cumpliendo las disposiciones de los Artículos 300, 710, 725 y 770-52 que les sean aplicables.

a) Soportes. Los cables tipo MC deben apoyarse y sujetarse a intervalos no mayores de 1,8 m. Los cables que contengan cuatro conductores o menos de tamaño nominal no mayor que 5,26 mm² (10 AWG), deben sujetarse a no más de 30 cm de cada caja, envolvente o accesorio.

Excepción. 1: Tramos no mayores a 1,8 m desde una salida para conexión a equipo o aparatos de alumbrado en el interior de un techo falso accesible.

Excepción. 2: Cuando el cable tipo MC esté sujeto por sus extremos.

Excepción. 3: Los cables instalados en lugares distintos a los trayectos verticales a través de orificios punzonados o taladrados en miembros de estructuras de madera o metálicas o a través de ranuras en miembros de estructuras de madera y protegidos por una chapa de acero de un espesor mínimo de 1,6 mm,

se consideran sujetos cuando los intervalos de soporte no superen los especificados en esta Sección y el cable esté firmemente sujeto por medios aprobados a menos de 30 cm de una caja, envolvente, registro u otra terminal propia del cable.

b) Soporte tipo charola para cables. Los cables tipo MC instalados en soporte tipo charola para cables deben cumplir con lo establecido en el Artículo 318.

c) Directamente enterrados. Los cables directamente enterrados deben cumplir con lo establecido en 300-5 o 710-4, en lo que les sea aplicable.

d) Como cables de entrada de acometida. Un cable tipo MC instalado como cable de entrada de acometida debe cumplir con el Artículo 230.

e) Instalados fuera de los edificios o cable aéreo. Un cable tipo MC instalado fuera de un edificio o como cable aéreo, debe cumplir con los Artículos 225 y 321.

f) A través de vigas, columnas o travesaños o paralelo a ellas. Cuando los cables tipo MC se instalen a través de vigas, columnas, travesaños o elementos de madera similares, deben cumplir con lo establecido en 300-4.

g) En desvanes accesibles. La instalación de cables tipo MC en desvanes o espacios accesibles bajo el techo, debe cumplir con lo establecido en 333-12.

334-11. Radio de curvatura. Todas las curvas deben hacerse de manera que el cable no sufra daños y el radio de curvatura del borde interior de cualquier curva no debe ser inferior a lo siguiente:

a) Cubierta lisa

1) Diez veces el diámetro exterior de la cubierta metálica, cuando el cable no tenga más de 19 mm de diámetro exterior.

2) Doce veces el diámetro exterior de la cubierta metálica cuando el cable tenga más de 19 mm de diámetro exterior, pero no más de 38 mm.

3) Quince veces el diámetro exterior de la cubierta metálica, cuando el cable tenga más de 38 mm de diámetro exterior.

b) Armadura engargolada o cubierta corrugada. Siete veces el diámetro exterior de la cubierta metálica.

c) Conductores blindados. La mayor de estas dos magnitudes: doce veces el diámetro total de uno de los conductores o siete veces el diámetro total del cable multiconductor.

334-12. Accesorios. Los accesorios usados para conectar los cables tipo MC a cajas, gabinetes u otro equipo deben estar aprobados e identificados para ese uso. Cuando un cable monoconductor entre en una caja o gabinete de metal ferroso, la instalación debe cumplir con lo establecido en 300-20 para evitar el calentamiento por inducción.

334-13. Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente de los cables tipo MC debe cumplir con lo establecido en 310-15.

Excepción. 1: La capacidad de conducción de corriente de los cables tipo MC instalados en soporte tipo charola para cables debe calcularse de acuerdo con lo indicado en 318-11 y 318-13.

Excepción. 2: La capacidad de conducción de corriente de los conductores de tamaño nominal 1,31 mm² (16 AWG) y 0,824 mm² (18 AWG) se debe calcular según la Tabla 402-5.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

C. Especificaciones de construcción

334-20. Conductores. Los conductores deben ser de cobre o aluminio, sólidos o cableados.

El tamaño nominal mínimo de los conductores debe ser de 0,824 mm² (18 AWG) de cobre y de 13,3 mm² (6 AWG) de aluminio.

334-21. Aislamiento. Los conductores aislados deben cumplir con los siguientes incisos:

a) 600 V. Los conductores aislados de tamaño nominal 1,31 mm² (16 AWG) y 0,824 mm² (18 AWG) deben ser de un tipo listado en la Tabla 402-3 con temperatura máxima de operación no menor que 90 °C y según se permite en 725-27. Los conductores de tamaño nominal mayor que 1,31 mm² (16 AWG) deben ser de un tipo listado en la Tabla 310-13 o especificado para su uso en cables tipo MC.

b) De más de 600 V. Los conductores aislados deben ser de un tipo listado en las Tablas 310-61, 310-62, 310-63 y 310-64.

334-22. Cubierta metálica. La cubierta metálica debe ser de uno de los tipos siguientes: cubierta metálica lisa, cubierta metálica soldada y corrugada, armadura de cinta metálica engargolada. La cubierta metálica debe ser continua y ajustar perfectamente.

Se permite utilizar protección suplementaria en forma de otra cubierta externa de material resistente a la corrosión, que es obligatoria cuando dicha protección sea necesaria. La cubierta metálica no se debe usar como conductor.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

334-23. Puesta a tierra. Los cables tipo MC deben tener una trayectoria adecuada para puesta a tierra de equipo, como se exige en el Artículo 250.

334-24. Marcado. Es de aplicación lo establecido en 310-11. Se permite marcar con el sufijo LS los cables no propagadores de incendio; con baja emisión de humos y gas ácido.

ARTICULO 336 - CABLES CON CUBIERTA NO METALICA, TIPOS NM, NMC Y NMS

336-1. Alcance. Este Artículo cubre el uso, instalación y especificaciones de construcción de los cables con cubierta termoplástica.

A. Disposiciones generales

336-2. Definición. Un cable con cubierta no metálica es un conjunto ensamblado en fábrica de dos o más conductores aislados que tienen una cubierta exterior de material no metálico, resistente a la humedad y resistente a la propagación de la flama o a la propagación de incendios.

336-3. Otros Artículos. Las instalaciones con cables de cubierta no metálica deben cumplir las disposiciones de este Artículo y otros aplicables de esta norma, especialmente los Artículos 300 y 310.

336-4. Usos permitidos. Se permite usar los cables tipo NM, NMC y NMS en edificios de viviendas unifamiliares, bifamiliares, viviendas multifamiliares y otras edificaciones, excepto las prohibidas en 336-5. Cuando estén instalados en soportes tipo charola para cables, deben estar aprobados e identificados para ese uso.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

a) Tipo NM. Se permite usar cables tipo NM en instalaciones expuestas y ocultas en lugares normalmente secos. Se permite instalar o tender cables tipo NM en la cámara de aire existente entre las paredes de ladrillo o azulejo, cuando dichas paredes no estén expuestas o sometidas a excesiva agua o humedad.

b) Tipo NMC. Se permite instalar cables tipo NMC:

1) En instalaciones expuestas y ocultas en lugares secos, húmedos, mojados o corrosivos.

2) En el interior y exterior de paredes de ladrillo o azulejo.

3) En ranuras hechas en ladrillo, concreto o adobe y protegidas contra clavos o tornillos por una chapa de acero de un espesor mínimo de 1,6 mm y acabadas con yeso, adobe o similar.

c) Tipo NMS. Se permite instalar cables tipo NMS en instalaciones expuestas u ocultas en lugares normalmente secos. Se permite instalar o tender cables tipo NMS en la cámara de aire existente entre las paredes de ladrillo o azulejo, cuando dichas paredes no estén expuestas o sometidas a excesiva agua o humedad. Los cables tipo NMS deben utilizarse como se indica en el Artículo 780.

336-5. Usos no permitidos

a) Tipos NM, NMC y NMS. No deben utilizarse cables tipo NM, NMC y NMS:

1) En cualquier edificio de viviendas u otro que tenga más de tres pisos sobre el nivel de la calle.

Para efectos de este Artículo, el primer piso de un edificio se debe considerar el que tenga 50% o más de la superficie exterior de sus paredes a nivel del piso o por encima de éste. Se permite considerar un piso adicional que sea en la planta baja y no esté proyectado para que lo habiten personas, sino sólo para estacionamiento de vehículos, almacén u otros usos similares.

2) Como cables de entrada de acometida.

3) En estacionamientos públicos que tengan áreas peligrosas (clasificadas), como se establece en 511-3.

- 4) En teatros y locales similares, excepto lo que establece el Artículo 518, lugares de concentración pública.
 - 5) En estudios cinematográficos.
 - 6) En bancos de baterías.
 - 7) En los huecos de los elevadores.
 - 8) Instalados bajo lechada de cemento, concreto o similar.
 - 9) En áreas peligrosas (clasificadas), excepto lo permitido en la Excepción de 501-4(b), Excepción de 502-4(b) y 504-20.
- b) **Tipos NM y NMS.** No deben instalarse cables tipo NM y NMS:
- 1) Cuando estén expuestos a humos o vapores corrosivos.
 - 2) Bajo ladrillo, concreto, adobe, tierra o yeso.
 - 3) En una ranura poco profunda en ladrillo, concreto o adobe cubierta con yeso, adobe u otro acabado similar.

B. Instalación

336-6. Instalaciones expuestas-Disposiciones generales. En las instalaciones expuestas, los cables deben instalarse como se especifica en los siguientes incisos, excepto lo que establece 300-11(a).

a) **Siguiendo la superficie.** El cable debe seguir lo más cerca posible la superficie del acabado del edificio o los bordes.

b) **Protegidos contra daño físico.** Los cables deben estar protegidos contra daño físico cuando sea necesario mediante tubo (conduit) metálico tipo ligero, tubo (conduit) no metálico de PVC rígido Cédula 80, tubo, cintas protectoras o por otros medios. Cuando pasen a través del piso, los cables deben ir en tubo (conduit) metálico tipo pesado, metálico tipo ligero, no metálico de PVC rígido Cédula 80 u otro que sobresalga como mínimo 15 cm del piso.

c) **En sótanos sin acabado.** Cuando el recorrido del cable forme ángulo con vigas en sótanos sin terminar, se permite sujetar los cables que no tengan menos de dos conductores de 13,3 mm² (6 AWG) o tres conductores de 8,37 mm² (8 AWG) directamente a las caras menores de las vigas. Los cables más pequeños deben instalarse a través de orificios taladrados en las vigas o sobre largueros.

d) **En desvanes accesibles.** Los cables instalados en áticos o espacios bajo techo accesibles deben cumplir además con lo establecido en 333-12.

336-9. A través de vigas, columnas o travesaños o paralelo a ellas. Cuando los cables tipo NM, NMC o NMS se instalen a través de vigas, columnas, travesaños o elementos de madera similares, deben cumplir con lo establecido en 300-4.

336-16. Curvas. Todas las curvas se deben hacer de modo que el cable no resulte dañado y que el radio de curvatura del borde interior de cada curva no sea inferior a cinco veces el diámetro del cable.

336-18. Soportes. Los cables con cubierta no metálica deben sujetarse con grapas, cables de anclaje, abrazaderas o elementos similares proyectados e instalados de modo que no dañen al cable. El cable debe sujetarse a intervalos no mayores a 1,4 m y a menos de 0,3 m de cualquier gabinete, caja o accesorio. No se deben engrapar los cables de dos conductores sobre un borde. Los cables que pasen a través de orificios hechos en columnas, vigas o travesaños de madera o metal, pueden considerarse soportados y asegurados.

NOTA: Para la fijación cuando se usan cajas no metálicas, véase 370-17.

Excepción 1: En instalaciones ocultas en edificios acabados o paneles acabados para edificios prefabricados en los que tales apoyos sean imposibles, se permite tender el cable entre dos puntos de acceso.

Excepción 2: Se permite utilizar un dispositivo eléctrico identificado para ese uso sin caja de salida de corriente eléctrica independiente, que incorpore una abrazadera de cables integrada, cuando el cable esté sujeto a intervalos no mayores a 1,4 m y a menos de 0,3 m de la ranura hecha en la pared para ese dispositivo y cuando quede como mínimo una vuelta de 30 cm de cable continuo o de 15 cm del extremo del cable en el interior de la pared acabada, que permita cambiarlo.

336-20. Cajas de material aislante. Se permiten las cajas de salida no metálicas, tal como se establece en 370-3.

336-21. Dispositivos de material aislante. Se permite utilizar desconectores, salidas y dispositivos de derivación de material aislante sin cajas, en instalaciones visibles de cables y en realambrado, en inmuebles

ya existentes cuando el cable vaya oculto y alambrado con el uso de guía. Las aberturas de dichos dispositivos deben ajustarse estrechamente alrededor de la cubierta exterior del cable y el dispositivo debe encerrar completamente la parte del cable a partir de la cual se haya quitado la cubierta.

Cuando las conexiones a los conductores se hagan mediante terminales tipo tornillo, debe haber tantas terminales como conductores.

336-25. Dispositivos con cubierta integral. Está permitido utilizar dispositivos eléctricos con cubierta integral especificados para ese uso, como lo establece la Excepción 4 en 300-15(b).

C. Especificaciones de construcción

336-30. Disposiciones generales. Los cables con cubierta no metálica deben cumplir las siguientes disposiciones:

a) Construcción. La cubierta exterior del cable debe ser de material no metálico.

1) Tipo NM. La cubierta exterior debe ser resistente a la propagación de la flama y a la humedad.

2) Tipo NMC. La cubierta exterior debe ser resistente a la propagación de la flama y a la humedad, a los hongos y a la corrosión.

3) Tipo NMS. Un cable tipo NMS es un conjunto de conductores aislados ensamblados en fábrica para energía, comunicaciones y señalización, encerrados en una cubierta común de material no metálico, resistente a la humedad y resistente a la propagación de la flama. La cubierta debe aplicarse de manera que separe los conductores de energía de los de comunicaciones y señalización. Se permite que los conductores de señales vayan blindados con una pantalla electrostática. Se permite el uso opcional de una cubierta exterior.

NOTA: Para los cables de fibra óptica, véanse 770-4 y 770-52.

b) Conductores. Los conductores aislados de potencia deben ser de uno de los tipos indicados en la Tabla 310-13 y adecuados para alambrado de circuitos derivados o aprobados e identificados para usarse en estos cables.

Los conductores de potencia deben ser de tamaño nominal de 2,08 mm² (14 AWG) a 33,6 mm² (2 AWG) de cobre o de 13,3 mm² (6 AWG) a 33,6 mm² (2 AWG) de aluminio.

Los conductores de señalización deben cumplir con lo establecido en 780-5. Puesta a tierra de equipo. Cuando lleve este conductor, su tamaño nominal debe estar de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250.

Los conductores deben tener una temperatura nominal de trabajo de 90 °C. La capacidad de conducción de corriente de los cables tipo NM, NMC y NMS debe ser igual que la de los conductores de 60 °C y cumplir con lo establecido en 310-15.

NOTA: Los cables tipo NM, NMC y NMS identificados por las marcas NM-B, NMC-B y NMS-B, cumplen este requisito.

Excepción: Se permite calcular las correcciones por temperatura y por agrupamiento basándose en la capacidad de conducción de corriente a 90 °C, siempre que el valor obtenido no exceda la capacidad de conducción de corriente de un conductor de temperatura de operación del aislamiento de 60 °C.

336-31. Marcado. Los cables deben ir marcados según lo establecido en 310-11. Se permite marcar con el sufijo LS a los cables resistentes a la propagación de incendio, baja emisión de humos y de gas ácido.

ARTICULO 338 - CABLES DE ENTRADA DE ACOMETIDA

338-1. Definición. Un cable de entrada de acometida es un ensamble de uno o varios conductores con o sin cubierta exterior, utilizado fundamentalmente para acometidas. Puede ser de los siguientes tipos:

a) Tipo SE. El tipo SE con cubierta resistente a la propagación de incendio y resistente a la humedad.

b) Tipo USE. El tipo USE, identificado para uso subterráneo, con cubierta resistente a la humedad pero no necesariamente resistente a la propagación de la flama.

Los ensambles de cables monoconductores tipo USE reconocidos para uso subterráneo, pueden incluir en el ensamble un conductor de cobre desnudo. Los cables monoconductores, paralelos o multiconductores tipo USE reconocidos para uso subterráneo pueden llevar un conductor concéntrico de cobre desnudo. Estos cables no requieren una cubierta exterior.

c) Tipos TWD-UV, BTC, DRS, CCE Y BM-AL. Véase la Tabla 310-13.

NOTA: Para los conductores de entrada de acometida no aislados y directamente enterrados, véase la Excepción (b) de 230-41.

d) Un conductor sin aislar. Si los cables tipo SE o USE consisten en dos o más conductores, se permite que uno esté sin aislar.

338-2. Usos permitidos como conductores de entrada de acometida. Los cables utilizados como conductores de entrada de acometida deben instalarse como se indica en el Artículo 230.

Se permite que los cables tipo USE utilizados para acometidas subterráneas sobresalgan del piso en las terminales a las bases de medidores u otras cubiertas, cuando estén protegidos según lo establecido en 300-5(d).

338-3. Otros usos permitidos

a) Conductor aislado puesto a tierra. Se permite usar cables de entrada de acometida tipo SE en sistemas interiores de alambrado cuando todos los conductores de circuito del cable estén recubiertos de aislamiento elastomérico o termoplástico.

b) Conductor no aislado puesto a tierra. Los cables de entrada de acometida tipo SE sin aislamiento individual del conductor del circuito puesto a tierra, no deben usarse como cables del alimentador o del circuito derivado en el interior de un edificio, excepto si el cable tiene una cubierta exterior final termoplástica y se alimenta con c.a. no mayor que 150 V a tierra, en cuyo caso se permite utilizarlo como cable del circuito de alimentación sólo para otros edificios en el mismo predio.

Se permite usar cables de entrada de acometida tipo SE con conductores totalmente aislados cuando se usen como cables de circuitos los conductores aislados y el conductor sin aislar se use para puesta a tierra.

c) Límites de temperatura. Los cables de entrada de acometida tipo SE que se usen para alimentar aparatos no deben estar sometidos a temperaturas mayores a la temperatura especificada para el tipo de aislamiento que lleven.

d) Los cables tipo BTC pueden utilizarse en la distribución subterránea de energía eléctrica en baja tensión, siempre y cuando no contravenga disposiciones indicadas en otros Artículos de esta norma.

e) Los cables tipo DRS pueden utilizarse en la distribución subterránea de energía eléctrica en baja tensión y en instalaciones eléctricas permanentes o temporales para alumbrado general, siempre y cuando no contravenga disposiciones indicadas en otros Artículos de esta norma.

f) Los cables tipo BM-AL pueden utilizarse en la distribución aérea de energía eléctrica en baja tensión y en instalaciones eléctricas permanentes o temporales para alumbrado general, siempre y cuando no contravenga disposiciones indicadas en otros Artículos de esta norma.

338-4. Métodos de instalación en interiores. Además de lo establecido en este Artículo, los cables de entrada de acometida tipo SE utilizados en instalaciones interiores deben cumplir los requisitos de instalación del Artículo 336, Parte A y Parte B, y lo establecido en el Artículo 300.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

338-5. Marcado. Los cables de entrada de acometida deben marcarse de acuerdo a lo indicado en 310-11. Cuando un cable tenga un conductor neutro de tamaño nominal menor que la de los conductores de fase, debe indicarse en el marcado.

338-6. Curvas. Las curvas y cualquier otro manejo de los cables se deben hacer de modo que no dañen las cubiertas protectoras del cable y que el radio de curvatura del borde interior de la curva no sea inferior a cinco veces el diámetro del cable.

ARTICULO 339 - CABLES PARA ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS SUBTERRANEOS TIPO UF

339-1. Descripción y marcado

a) Descripción. Los cables para alimentadores y de circuitos derivados subterráneos deben estar aprobados como tipo UF y de tamaño nominal de 2,08 mm² (14 AWG) de cobre o de 13,3 mm² (6 AWG) de aluminio hasta 107 mm² (4/0 AWG). Los conductores tipo UF deben corresponder a uno de los tipos resistentes a la humedad según se indica en la Tabla 310-13, adecuado para instalaciones de circuitos derivados o aprobados e identificados para ese uso. Además de los conductores aislados, se permite que el cable lleve un conductor aislado o desnudo de tamaño nominal adecuado, exclusivamente para puesta a tierra de equipo. La cubierta exterior debe ser de material resistente a la propagación de la flama; resistente a la humedad, a los hongos y a la corrosión y adecuada para usarse directamente enterrada.

b) Marcado. Además de lo establecido en 310-11, el cable debe llevar marcas claras en su exterior y a todo lo largo, que indiquen el tipo de cable.

339-2. Otros Artículos. Además de lo establecido en este Artículo, las instalaciones de cables subterráneos de alimentadores o de circuitos derivados (tipo UF) deben cumplir las demás disposiciones aplicables de esta norma, sobre todo las indicadas en el Artículo 300 y en 310-13.

339-3. Uso

a) Usos permitidos

1) Se permite usar cables tipo UF en instalaciones subterráneas, incluso directamente enterrados en la tierra, como cables del alimentador o de un circuito derivado, siempre que estén dotados de dispositivo de protección contra sobrecorriente para la capacidad de conducción de corriente que se establece en 339-4.

2) Cuando se instalen cables monoconductores, los cables del alimentador o del circuito derivado, incluido el neutro y el conductor de puesta a tierra de equipo, si lo hubiera, deben ir juntos en la misma zanja o canalización.

3) En cuanto a los requisitos de la instalación subterránea, véase 300-5.

4) Se permite usar cables tipo UF en instalaciones interiores en lugares secos, mojados o corrosivos siempre que se cumplan los requisitos de instalación de esta norma y que, cuando se instalen cables con cubierta termoplástica, la instalación y los cables cumplan con lo establecido en el Artículo 336 y los cables sean además multiconductores.

5) En sistemas solares fotovoltaicos como se indica en 690-31;

6) Se permite usar cables monoconductores como terminales no calefactoras para cables de calefacción, como se indica en 424-43;

Cuando se usen en soportes tipo charola para cables, los cables tipo UF deben ser multiconductores.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

b) Usos no permitidos. No se deben usar cables tipo UF:

(1) como cables de entrada de acometida;

(2) en estacionamientos públicos;

(3) en teatros;

(4) en estudios cinematográficos;

(5) en bancos de baterías;

(6) en cubos de elevadores;

(7) en áreas peligrosas (clasificadas);

(8) embebidos en aplanados de cemento, concreto u otro, excepto guías no calefactoras embebidas en yeso de acuerdo a lo establecido en el Artículo 424; y

(9) expuestos directamente a los rayos solares, excepto si están aprobados e identificados como "SR", resistentes a los rayos solares.

(10) cuando estén expuestos a daños físicos.

339-4. Protección contra sobrecorriente. Debe haber protección contra sobrecorriente de acuerdo con lo establecido en 240-3.

339-5. Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente de los cables tipo UF debe ser la correspondiente a los conductores de 60 °C, según se indica en 310-15.

339-6. Marcado. La superficie de la cubierta de estos conductores debe marcarse como se especifica en 310-11.

ARTICULO 340 - CABLES DE ENERGIA Y CONTROL TIPO TC PARA USO EN SOPORTES TIPO CHAROLA

340-1. Definición. El cable de energía y control tipo TC para uso en soportes tipo charola es un ensamble hecho en fábrica de dos o más conductores aislados con o sin conductores de puesta a tierra, cubiertos o desnudos, en una cubierta termoplástica, para su instalación en soporte tipo charola para cables, canalizaciones o soportados por un mensajero.

340-2. Otros Artículos. Además de lo establecido en este Artículo, las instalaciones de cables tipo TC deben cumplir las disposiciones aplicables de otros en esta norma, especialmente los Artículos 300 y 318.

340-3. Construcción. Los conductores aislados de los cables tipo TC deben ser de tamaño nominal $0,824 \text{ mm}^2$ (18 AWG) a 507 mm^2 (1 000 kcmil) de cobre y de $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) a 507 mm^2 (1 000 kcmil) de aluminio. Los conductores aislados de tamaño nominal de $2,08 \text{ mm}^2$ (14 AWG) y mayores de cobre, los de tamaño $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) y mayores de aluminio, deben ser de uno de los tipos listados en las Tablas 310-13 o 310-62, adecuados para alimentadores o circuitos derivados o identificados para dicho uso. Los conductores aislados de tamaño nominal $0,824 \text{ mm}^2$ (18 AWG) y $1,31 \text{ mm}^2$ (16 AWG) de cobre deben cumplir con lo indicado en 725-27. La cubierta exterior debe ser de material termoplástico y resistente a la propagación de la flama. No se permite una cubierta metálica bajo ni sobre la cubierta exterior termoplástica. Si se instalan en lugares mojados, los cables tipo TC deben ser resistentes a la humedad y a los agentes corrosivos.

Excepción 1: Cuando se utilicen en instalaciones de alarma contra incendios, los conductores deben cumplir lo establecido en 760-16.

Excepción 2: Se permite que los conductores de los cables tipo TC utilizados en circuitos que cumplan con el Artículo 725, sean de cualquiera de los materiales utilizados en las extensiones de cables para termopares. En los cables tipo TC que utilicen extensiones de termopares, no debe haber marcas de tensión eléctrica.

340-4. Usos permitidos. Se permite usar cables tipo TC en:

- (1) en circuitos de energía, alumbrado, control y señalización;
- (2) en soporte tipo charola para cables o en canalizaciones o en tramos exteriores soportados por un mensajero;
- (3) en soporte tipo charola para cables en áreas peligrosas (clasificadas), como permiten los Artículos 318, 501, 502 y 504, en instalaciones industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación es atendida únicamente por personas calificadas;
- (4) en circuitos de Clase 1, como permite el Artículo 725;
- (5) en circuitos de alarma contra incendios, no limitados en potencia, si los conductores cumplen los requisitos indicados en 760-16.
- (6) En instalaciones industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación es atendida únicamente por personas calificadas y el cable no esté expuesto a daño físico, se permite utilizar cables tipo TC que cumplan las condiciones de choque e impacto de los cables tipo MC y que estén identificados para utilizarlos como cables abiertos entre el soporte tipo charola para cables y el equipo de utilización en longitudes no mayores a 15 m. El cable debe estar soportado y sujeto a intervalos no mayores a 1,8 m. Debe haber dentro del cable un conductor de puesta a tierra de equipo, que se utilice como conductor de puesta a tierra de equipo entre el soporte tipo charola para cables y el equipo de utilización.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

340-5. Usos no permitidos. No se permite utilizar cables tipo TC en:

- (1) cuando estén expuestos a daños físicos;
- (2) como cable en instalación visible en grapas o abrazaderas;
- (3) expuestos directamente a los rayos solares, a no ser que estén identificados para ese uso como SR, y
- (4) directamente enterrados, a no ser que estén identificados para ese uso.

340-6. Marcado. Los cables deben ir marcados según lo establecido en 310-11. Se permite marcar con el sufijo LS los cables no propagadores de incendio, baja emisión de humos y de gas ácido.

340-7. Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente de los conductores del cable tipo TC, se debe calcular según 402-5 para los conductores menores al tamaño nominal $2,08 \text{ mm}^2$ (14 AWG) y según 318-11.

340-8. Curvas. Las curvas en los cables tipo TC se deben hacer de modo que no dañen al cable.

ARTICULO 342 - EXTENSIONES NO METALICAS

342-1. Definición. Las extensiones no metálicas son ensambles de dos conductores aislados dentro de una cubierta no metálica o termoplástica extruida. Su clasificación incluye tanto las extensiones de superficie, diseñadas para ser instaladas directamente en la superficie de paredes o techos, y los cables aéreos que contienen un cable mensajero como soporte integrante del ensamble.

342-2. Otros Artículos. Además de lo establecido en este Artículo, las extensiones no metálicas se deben instalar cumpliendo las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta norma.

342-3. Usos permitidos. Se permite usar extensiones no metálicas únicamente cuando se cumplan las siguientes condiciones:

a) Desde una salida existente. Si la extensión proviene de una salida existente en un circuito derivado de 15 A o 20 A que cumpla los requisitos del Artículo 210.

b) Expuestas en un lugar seco. Si la extensión está expuesta y en un lugar seco.

c) Extensiones superficiales no metálicas. Si la extensión superficial es no metálica, si el edificio es de uso residencial o de oficinas y si no supera los límites de altura establecidos en 336-5(a)(1).

c1) Alternativa a (c): Cable aéreo si el edificio es de uso industrial y la naturaleza de la actividad desarrollada en el mismo exige medios muy flexibles para la conexión de equipo.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

342-4. Usos no permitidos. No se deben usar extensiones no metálicas:

a) Como cables aéreos. Como cables aéreos en sustitución de cualquiera de los métodos de alambrado especificados en esta norma.

b) En zonas sin terminar. En sótanos, desvanes o lugares bajo el techo sin terminar.

c) Tensión eléctrica entre conductores. Cuando la tensión eléctrica entre conductores exceda 150 V para extensiones superficiales no metálicas; cuando la tensión eléctrica entre conductores exceda 300 V para cables aéreos.

d) Vapores corrosivos. Cuando esté sometida a vapores corrosivos.

e) A través de pisos o tabiques. Cuando tenga que pasar a través de pisos o tabiques o salir de la habitación en donde se origina.

342-5. Empalmes y derivaciones. Las extensiones deben consistir en un ensamble continuo e ininterrumpido, sin empalmes y sin conductores expuestos entre los accesorios. Se permiten las derivaciones cuando se utilicen accesorios de conexión aprobados que las cubran completamente. Los cables aéreos y sus conectores deben ir dotados de un medio aprobado para señalar la polaridad. Los conectores derivados tipo contacto deben contar con un mecanismo de candado.

342-6. Accesorios. Cada tramo de la extensión debe terminar en un accesorio que cubra el extremo de todo el ensamble. Todos los accesorios y dispositivos deben ser de un tipo identificado para ese uso.

342-7. Instalación. Las extensiones no metálicas se deben instalar según lo establecido en los siguientes incisos:

a) Extensiones no metálicas superficiales

1) Se permite instalar una o más extensiones a partir de una salida existente en cualquier dirección, pero no en el piso ni a menos de 50 cm del piso.

2) Las extensiones no metálicas superficiales se deben sujetar por medios aprobados a intervalos no mayores a 20 cm.

Excepción: Cuando la conexión con la salida se haga por medio de un conector o clavija, se permite que la primera sujeción esté a 30 cm o menos de la clavija. Debe haber como mínimo un elemento de sujeción entre cada dos salidas contiguas. Una extensión sólo se debe sujetar a elementos de madera o yeso y no debe estar en contacto con metales ni con otros materiales conductores, excepto con las placas metálicas en los receptáculos.

3) Las curvas que reduzcan la separación normal entre conductores se deben cubrir con una tapa para proteger el ensamble contra daño físico.

b) Cables aéreos

1) Los cables aéreos deben estar sujetos a su cable mensajero y sujetos firmemente en cada extremo con abrazaderas y tensores adecuados. Deben colocarse soportes intermedios a intervalos no mayores a 6 m. La

tensión mecánica del cable debe ajustarse para evitar una flecha excesiva. El cable debe conservar una distancia no menor que 50 cm de los miembros estructurales de acero u otros materiales conductores.

2) Los cables aéreos deben estar a una distancia no menor que 3 m sobre el piso de zonas accesibles a peatones y no menor que 4,5 m sobre el piso de zonas accesibles a tráfico de vehículos.

3) Los cables suspendidos sobre zonas de trabajo no accesibles al tráfico peatonal deben guardar una distancia no menor que 2,5 m sobre el piso.

4) Se permiten los cables aéreos como medios de soporte de dispositivos de alumbrado cuando la carga total sobre el cable mensajero no exceda su capacidad.

5) Se permite utilizar el cable mensajero como conductor de puesta a tierra de equipo siempre que esté instalado de acuerdo con las disposiciones aplicables del Artículo 250 y debidamente identificado como conductor de puesta a tierra de equipo. El cable mensajero no se debe utilizar como conductor de un circuito derivado.

342-8. Marcado. Las extensiones no metálicas deben marcarse según lo establecido en 110-21.

ARTICULO 343 - TUBO (CONDUIT) NO METALICO CON CABLES PREENSAMBLADOS PARA USOS SUBTERRANEOS

A. Disposiciones generales

343-1. Descripción. Tubo (conduit) no metálico con cables preensamblados para usos subterráneos; un ensamble hecho en fábrica de conductores o cables dentro de un tubo no metálico de sección circular y paredes lisas.

El tubo (conduit) no metálico debe estar fabricado de 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 sufran daños ni el tubo (conduit) ni los conductores.

343-2. Otros Artículos. La instalación de tubo (conduit) no metálico con cables preensamblados para usos subterráneos debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300. Cuando se requiera conductor de puesta a tierra de equipo según exige el Artículo 250, se debe utilizar un ensamble que contenga un conductor independiente de puesta a tierra de equipo.

343-3. Usos permitidos. Se permite el uso de tubo (conduit) no metálico con cables preensamblados para usos subterráneos 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 ensamble esté específicamente aprobado.

343-4. Usos no permitidos. No está permitido utilizar tubo (conduit) no metálico subterráneo con conductores:

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 503-3(a), 504-20, 514-8 y 515-5 y en los lugares de Clase I División 2, tal como se permite en la Excepción de 501-4(b).

B. Instalación

343-5. Designación

a) **Mínimo.** No se debe usar tubo (conduit) no metálico subterráneo con designación menor que 16 (1/2).

b) **Máximo.** No se debe usar tubo (conduit) no metálico subterráneo con designación mayor que 103(4).

343-6. Desbastado. En sus extremos, el tubo (conduit) 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.

343-7. Uniones. Todas las uniones entre el tubo (conduit), accesorios y cajas se deben hacer con método adecuado.

343-8. Terminación de los conductores. Todas las terminaciones entre los conductores o cables y equipo se deben hacer por un método aprobado para el tipo de conductor o cable.

343-9. Boquillas. Cuando un tubo (conduit) no metálico subterráneo con conductores 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).

343-10. Curvas. Las curvas de tubo (conduit) no metálico subterráneo con conductores se deben hacer manualmente de modo que el tubo (conduit) no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca.

343-11. 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).

343-12. 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.

C. Especificaciones de construcción

343-13. Disposiciones generales. El tubo (conduit) no metálico subterráneo con conductores se suministra como ensamble continuo en una bobina, carrete o caja.

343-14. Conductores y cables. Los conductores y cables utilizados en tubo (conduit) subterráneos no metálicos con conductores deben estar aprobados y como adecuados para su uso en lugares mojados. Además deben cumplir lo siguiente:

a) De 600 V o menos. Se permite utilizarlos en circuitos de c.a. y c.c. Todos los conductores deben tener un aislamiento nominal igual como mínimo a la tensión eléctrica nominal máxima del circuito de cualquier conductor o cable dentro del tubo (conduit).

b) De más de 600 V. Los conductores o cables de más de 600 V nominales no deben ocupar el mismo tubo (conduit) que conductores o cables de circuitos de 600 V nominales o menos.

343-15. Número de conductores. El número máximo de conductores o cables en tubo (conduit) subterráneos no metálicos con conductores no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1 del Capítulo 10.

343-16. Marcado. El tubo (conduit) no metálico subterráneo con conductores debe ir marcado de modo claro y duradero por lo menos cada 3 m, como se exige en 110-21. La marca debe incluir también el tipo de material del que está hecho el tubo (conduit).

La identificación de los conductores o cables del ensamble debe ir en una etiqueta unida a cada extremo del ensamble o en los laterales de la bobina. El marcado de los conductores o cables dentro del tubo (conduit) subterráneos no metálicos debe cumplir lo establecido en 310-11.

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.

344-2. Otros Artículos. La instalación de tubo (conduit) no metálico de polietileno de alta densidad, debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300. Cuando se requiera conductor de puesta a tierra de equipo según exige el Artículo 250, se debe utilizar un conductor independiente de puesta a tierra de equipo.

B. 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.

344-5. Designación

a) **Mínimo.** No se debe usar tubo (conduit) no metálico de polietileno de alta densidad con designación menor que 16 (1/2).

b) **Máximo.** No se debe usar tubo (conduit) no metálico de polietileno de alta densidad con designación mayor que 103 (4).

Excepción: En instalaciones con conductores de alta tensión, se permitirán diámetros superiores.

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.

344-8. Terminación de los conductores. Todas las terminaciones entre los conductores o cables y equipo se deben hacer por un método aprobado para el tipo de conductor o cable.

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).

344-10. Curvas. Las curvas de tubo (conduit) no metálico de polietileno de alta densidad, se deben hacer manualmente de modo que el tubo (conduit) no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca.

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.

344-13. Conductores y cables. Los conductores y cables utilizados en tubo (conduit) no metálico de polietileno de alta densidad deben estar aprobados para ser instalados en el lugar de instalación del tubo conduit y como adecuados para su uso en lugares mojados. Además deben cumplir lo siguiente:

a) De 600 V o menos. Se permite utilizarlos en circuitos de c.a. y c.c. Todos los conductores deben tener un aislamiento nominal igual como mínimo a la tensión eléctrica nominal máxima del circuito de cualquier conductor o cable dentro del tubo (conduit).

b) De más de 600 V. Los conductores o cables de más de 600 V nominales no deben ocupar el mismo tubo (conduit) que conductores o cables de circuitos de 600 V nominales o menos.

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.

344-15. Marcado. El tubo (conduit) no metálico de polietileno de alta densidad debe ir marcado de modo claro y duradero por lo menos cada 3 m, como se exige en 110-21. La marca debe incluir también el tipo de material del que está hecho el tubo (conduit).

ARTICULO 345 - TUBO (CONDUIT) METALICO TIPO SEMIPESADO

A. Disposiciones generales

345-1. Definición. Un tubo (conduit) metálico tipo semipesado es una canalización metálica, de sección circular, aprobada para la instalación de conductores eléctricos y como conductor de puesta a tierra de equipo cuando se instala con sus accesorios y acoplamientos, aprobados.

345-2. Otros Artículos. Las instalaciones de tubo (conduit) metálico tipo semipesado deben cumplir lo establecido en las correspondientes Secciones del Artículo 300.

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.

B. Instalación

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.

345-6. Designación

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo (conduit) con designación menor que 16 (1/2).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo (conduit) con designación mayor que 103 (4).

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 tarraja 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.

345-10. Curvas. Las curvas en tubo (conduit) metálico tipo semipesado se deben hacer de modo que el tubo (conduit) no sufra daños 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 menor que el indicado en la Tabla 346-10.

Excepción: En las curvas hechas en obra en conductores con cables sin forrar, con máquinas de curvar de un solo golpe diseñadas para ese fin, el radio de curvatura mínimo no debe ser menor que el indicado en la Tabla 346-10, Excepción.

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.

345-13. Cajas y accesorios. Véase el Artículo 370.

345-14. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para los requisitos sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

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).

C. Especificaciones de construcción

345-16. Generalidades. El tubo (conduit) metálico tipo semipesado debe cumplir las siguientes especificaciones:

a) Longitud. Debe ser de longitud en tramos de 3 m incluyendo acoplamientos, en cada tramo debe haber un acoplamiento. Para aplicaciones especiales de uso se permite suministrarlos en longitudes menores o mayores a 3 m con o sin acoplamientos.

b) Material resistente a la corrosión. El tubo (conduit) de metal no ferroso resistente a la corrosión debe llevar marcas adecuadas.

c) Marcado. Cada tramo debe ir marcado de modo claro y duradero de conformidad con lo indicado en 110-21 de esta norma.

ARTICULO 346 - TUBO (CONDUIT) METALICO TIPO PESADO

A. Disposiciones generales

346-1. Definición. Un tubo (conduit) metálico tipo pesado es una canalización metálica, de sección circular, aprobada para la instalación de conductores eléctricos y como conductor de puesta a tierra de equipo cuando se instala con sus accesorios y acoplamientos, aprobados.

346-2. Otros Artículos. Las instalaciones con tubo (conduit) metálico tipo pesado deben cumplir lo establecido en las correspondientes Secciones del Artículo 300.

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. Instalación

346-4. De otros metales. Cuando sea posible se debe evitar que haya metales distintos en contacto dentro de la misma instalación, para eliminar la posibilidad de reacción galvánica. Se permite utilizar accesorios y envolventes de aluminio con tubo (conduit) de acero tipo pesado y accesorios de acero con tubo (conduit) de aluminio de tipo pesado, cuando no esté sujeto a influencias corrosivas severas.

346-5. Designación

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico tipo pesado con designación menor que 16 (1/2).

Excepción: Para instalar cables de motores, como se permite en 430-145(b).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico tipo pesado con designación mayor que 155 (6).

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 tarraja 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.

346-10. Curvas. Las curvas del tubo (conduit) metálico tipo pesado se deben hacer de modo que el tubo (conduit) no sufra daños 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 menor que el indicado en la Tabla 346-10.

TABLA 346-10.- Radio de curvatura del tubo (conduit) tipo pesado

Tamaño o Designación	Con herramientas de doblar de un solo golpe o de zapata plena (mm)	Otros dobleces (mm)
16 (1/2)	102	102
21 (3/4)	114	127
27 (1)	146	152
35 (1-1/4)	184	203
41 (1-1/2)	210	254
53 (2)	241	305
63 (2-1/2)	267	381
78 (3)	330	457
91 (3-1/2)	381	533
103 (4)	406	610
129 (5)	610	762
155 (6)	762	914

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.

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.

346-13. Cajas y accesorios. Véase el Artículo 370.

346-14. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben cumplir con lo establecido en el Artículo 370.

TABLA 346-12.- Soportes para tubo (conduit) metálico tipo pesado

Tamaño o Designación	Distancia máxima entre soportes en metros
16(1/2) – 21(3/4)	3,9
27(1)	3,7
35(1-1/4) – 41(1-1/2)	4,3
53(2) – 63(2-1/2)	4,9
78(3) y mayores	6,1

C. Especificaciones de construcción

346-15. Disposiciones generales. El tubo (conduit) metálico tipo pesado debe cumplir con las siguientes especificaciones:

a) Longitudes. El tubo (conduit) metálico tipo pesado se suministra en tramos de 3 m, incluido el acoplamiento (se suministra un acoplamiento con cada tramo). El tubo (conduit) se debe escariar y roscar en sus dos extremos. Para aplicaciones o usos específicos se permite suministrar tramos más cortos o más largos de 3 m con o sin acoplamientos y con o sin rosca.

b) Material resistente a la corrosión. El tubo (conduit) de metal no ferroso resistente a la corrosión debe ir marcado adecuadamente.

c) Identificación permanente. Cada tubo (conduit) debe ir identificado de modo claro y duradero conforme lo establecido en la norma de producto.

ARTICULO 347-TUBO (CONDUIT) RIGIDO NO METALICO

A. Disposiciones generales

347-1. Descripción. El tubo rígido no metálico es una canalización de sección transversal circular de material no metálico con accesorios, aprobados para la instalación de conductores eléctricos. Debe ser resistente a la flama, a la humedad y a agentes químicos. Por encima del piso, debe ser además resistente a la propagación de la flama, resistente a los impactos y al aplastamiento, resistente a las distorsiones por calentamiento en las condiciones que se vayan a dar en servicio y resistente a las bajas temperaturas y a los efectos de la luz del Sol. Para uso subterráneo, el material debe ser aceptablemente resistente a la humedad y a los agentes corrosivos y de resistencia suficiente para soportar impactos y aplastamientos durante su manejo e instalación. En instalaciones subterráneas se permite tubo (conduit) aprobado para este objetivo en longitudes continuas de un carrete. Cuando esté diseñado para enterrarlos directamente, sin empotrarlos en concreto, el material del tubo (conduit) debe ser además capaz de soportar las cargas continuas previstas para después de su instalación.

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 ambientes superiores para las que está aprobado el tubo (conduit).

e) Limitaciones de temperatura del aislamiento. Para usarlo con conductores cuya temperatura de operación exceda 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.

347-4. Otros Artículos. Las instalaciones con tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300. Cuando, según el Artículo 250, se requiera la puesta a tierra de los equipos, debe instalarse dentro del tubo (conduit) un conductor para la puesta a tierra de equipos.

Excepción: Como se permite en la Sección 250-57(b) Excepción 2 para instalaciones de c.c. y en la Sección 250-57(b) Excepción 3, que los conductores de puesta a tierra de equipo, se instalen independientemente de los conductores del circuito.

B. Instalación

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.

347-9. Juntas de expansión. Cuando se espere que la expansión o contracción térmica del tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero, sea de 6 mm o mayor en un tramo recto entre elementos sujetos como cajas, gabinetes, codos u otras terminaciones del tubo (conduit), se deben instalar juntas de expansión para compensar dichas expansiones.

347-10. Designación.

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero con designación menor que 16(1/2).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero con designación superior a 155(6).

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).

347-13. Curvas. Las curvas de tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero se deben hacer de modo que el tubo (conduit) no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca. Cuando se hagan en obra debe utilizarse únicamente un equipo de doblar aprobado e identificado para ese uso. El radio de curvatura al centro del tubo (conduit) de dichas curvas no debe ser menor que el especificado en la Tabla 346-10.

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).

347-15. Cajas y accesorios. Las cajas y accesorios deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 370.

347-16. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para las especificaciones sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

C. Especificaciones de construcción

347-17. Disposiciones generales. El tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero debe cumplir lo siguiente:

Marcado. Cada tramo de tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero debe marcarse en forma permanente por lo menos a cada 3 m con caracteres legibles e indelebles, como establece el primer párrafo de 110-21. Las marcas deben incluir también el tipo de material, a menos que sea identificable visualmente. Se debe indicar nombre o marca del fabricante, material del que está fabricado, si es de tipo pesado o ligero, diámetro nominal y uso. Se permite marcar tubo (conduit) en la superficie para indicar características especiales del material.

NOTA: Por ejemplo, alguna de estas marcas opcionales puede ser "LS" o "SR", "resistente a los rayos solares", etcétera.

ARTICULO 348-TUBO (CONDUIT) METALICO TIPO LIGERO

A. Disposiciones generales

348-1. Definición. Un tubo (conduit) metálico tipo ligero es una canalización metálica, de sección circular, aprobada para la instalación de conductores eléctricos y como conductor de puesta a tierra de equipo cuando se instala con sus accesorios y acoplamientos, aprobados.

348-2. Otros Artículos. Las instalaciones de tubo (conduit) metálico tipo ligero deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

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.

B. Instalación

348-5. De otros metales. Cuando sea posible se debe evitar que haya metales distintos en contacto dentro de la misma instalación, para eliminar la posibilidad de reacción galvánica. Se permite utilizar accesorios y envolventes de aluminio con tubo (conduit) de acero tipo ligero y envolventes y accesorios de acero con tubo (conduit) de aluminio de tipo ligero, cuando no esté sujeto a influencias corrosivas severas.

348-6. Designación.

a) **Mínimo.** No se debe utilizar tubo (conduit) metálico tipo ligero con designación nominal menor que 16 (1/2).

Excepción: Para cables de control de motores, como se permite en 430-145(b).

b) **Máximo.** No debe haber tubo (conduit) metálico tipo ligero con designación nominal mayor que 103 (4).

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.

348-10. Curvas. Las curvas del tubo (conduit) metálico tipo ligero se deben hacer de modo que el tubo (conduit) no sufra daños 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 346-10.

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.

348-13. Cajas y accesorios. Las cajas y accesorios deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 370.

348-14. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para las especificaciones sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

C. Especificaciones de construcción

348-15. Disposiciones generales. El tubo (conduit) metálico tipo ligero debe cumplir con las siguientes especificaciones:

a) **Sección.** El tubo (conduit) metálico tipo ligero y los codos y otras secciones curvas que se utilicen con los mismos, deben ser de sección circular.

b) **Acabado.** El tubo (conduit) metálico tipo ligero debe tener un acabado o tratamiento en su superficie exterior que le proporcione un medio aprobado y duradero que lo distinga fácilmente, una vez instalado, de los otros tipos de tubo (conduit) metálicos.

c) **Acoplamientos.** Cuando se utilice el tubo (conduit) metálico tipo ligero con un acoplamiento integral roscado, la rosca tanto para el tubo (conduit) como para el acoplamiento deben ser hechas en fábrica. El acoplamiento debe estar diseñado de modo que evite que el tubo (conduit) metálico ligero se doble en cualquier parte de la rosca.

d) **Marcado.** El tubo (conduit) metálico tipo ligero debe ir marcado de modo claro y duradero por lo menos cada 3 m, como se exige en el primer párrafo de 110-21.

ARTICULO 349-TUBO (CONDUIT) METALICO FLEXIBLE TIPO LIGERO

A. Disposiciones generales

349-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican al uso, instalación y especificaciones de construcción de las canalizaciones de sección circular para conductores eléctricos, metálicas, flexibles y herméticas a los líquidos, sin cubierta no metálica, así como sus accesorios asociados.

349-2. Otros Artículos. Las instalaciones de tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300 y lo indicado en 110-21.

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.

B. Construcción e instalación

349-10. Designación.

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero con designación nominal menor que 16 (1/2).

Excepción 1: Se permite instalar tubo (conduit) con designación nominal de 12 (3/8) según lo establecido en 300-22 (b) y (c).

Excepción 2: Se permite instalar tubo (conduit) con designación nominal de 12 (3/8) en tramos no mayores a 1,8 m como parte de un ensamble aprobado para elementos de alumbrado. Véase 410-67 c).

b) Máximo. La designación nominal máxima del tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero es de 21 (3/4).

349-12. 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).

349-17. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para las especificaciones sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

349-18. Accesorios. 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

A. Disposiciones generales

350-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos para el uso e instalaciones con tubo (conduit) metálico flexible y sus correspondientes accesorios.

350-2. Definición. Un tubo (conduit) metálico flexible es una canalización de sección circular hecha de una banda metálica devanada helicoidalmente, preformada y engargolada.

350-3. Otros Artículos. Las instalaciones con tubo (conduit) metálico flexible deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

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.

B. Instalación

350-10. Designación.

a) Mínimo. No debe utilizarse tubo (conduit) metálico flexible con designación nominal menor que 16 (1/2), excepto lo permitido en los siguientes incisos (1) a (5) para tubo (conduit) de 12 (3/8):

- 1) Para cables de alimentación de motores, como se permite en 430-145(b).
- 2) En tramos no mayores a 1,8 m, como parte de un ensamble aprobado y listado o en salidas para elementos de alumbrado como se permite en 410-67 c) o para equipos de utilización.
- 3) En sistemas de alambrado prefabricados como se permite en 604-6(a).
- 4) En los cubos de elevadores, como se permite en 620-21(a)(1).
- 5) Como parte de un ensamble aprobado para conectar cables de aparatos, como se permite en 410-77 c).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico flexible con designación nominal mayor que 103 (4).

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 TF, XHHW, TW THW, THHN		Tipos TFN, THHN, THWN		Tipos FEP, FEPB	
	A	B	A	B	A	B
0,824 (18)						
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 346-10.

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 410-67 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.

350-20. Accesorios. Los accesorios utilizados con tubo (conduit) metálico flexible deben estar aprobados. No deben utilizarse conectores angulares para instalaciones en canalizaciones ocultas.

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.

350-24. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para las especificaciones sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

ARTICULO 351 - TUBO (CONDUIT) FLEXIBLE HERMETICO A LOS LIQUIDOS METALICO Y NO METALICO

351-1. Alcance. Este Artículo cubre a instalaciones realizadas con tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos y con tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos.

A. Tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos

351-2. Definición. Un tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos es una canalización de sección circular que lleva una cubierta exterior no metálica hermética a los líquidos y resistente a la luz del Sol sobre un núcleo metálico flexible con sus acoplamientos, conectores y accesorios y aprobado para la instalación de conductores eléctricos.

351-3. Otros Artículos. La instalación con tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos debe cumplir las disposiciones correspondientes del Artículo 300 y las Secciones específicas de los Artículos 350, 501, 502, 503 y 553, a las que se hace referencia a continuación.

NOTA: En cuanto a las marcas, véase 110-21.

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.

351-5. Designación.

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos con designación inferior a 16 (1/2).

Excepción: Se permite instalar tubo (conduit) de sección comercial de 12 (3/8) según lo establecido en 350-10 (a).

b) Máximo. La designación máxima del tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos es de 103 (4).

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 ¼).

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 346-10.

351-11. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para las especificaciones sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

B. Tubo (conduit) no metálico flexible y hermético a los líquidos

351-22. Definición. Un tubo (conduit) no metálico flexible y hermético a los líquidos es una canalización de sección circular de uno de los siguientes tipos:

- 1) Con un núcleo interior liso y sin costuras, con una cubierta adherida al núcleo y teniendo una o más capas de refuerzo entre el núcleo y la cubierta.
- 2) Una superficie interior lisa con refuerzo integral dentro de la pared del tubo (conduit).
- 3) Una superficie corrugada por dentro y por fuera sin refuerzo integral dentro de la pared del tubo (conduit).

Este tubo (conduit) debe ser resistente a la flama y aprobado, junto con sus accesorios, para la instalación de conductores eléctricos.

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.

351-24. Designación. El tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos debe ser con designación de 16(1/2) a 103(4).

Excepción 1: Se permite instalar tubo (conduit) con designación de 12(3/8) según lo establecido en 430-145(b).

Excepción 2: Se permite instalar tubo (conduit) con designación de 12(3/8) en tramos no superiores a 1,8 m como parte de un ensamble aprobado y listado para elementos de alumbrado, según 410-67 c), o para equipos de utilización.

Excepción 3: El tubo (conduit) con designación de 12(3/8) para conductores de anuncios luminosos en aisladores según se establece en 600-32 a).

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.

351-29. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para las especificaciones sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

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 346-10.

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;

- (3) cuando estén expuestas a vapores corrosivos;
- (4) en los cubos de los elevadores;
- (6) 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:

$$N = \frac{AC}{AW}$$

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 353 - ENSAMBLE DE RECEPTACULOS MULTIPLES

353-1. Otros Artículos. Un ensamble de receptáculos múltiples debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

353-2. Uso.

a) Usos permitidos. Se permite el uso del ensamble de receptáculos múltiples en:

- (1) lugares secos.
- (2) en áreas peligrosas (clasificadas) de Clase I División 2, como se permite en 501-4(b) excepción;
- (3) Se permite que un ensamble metálico de receptáculos múltiples pueda estar empotrado dentro de las paredes del edificio o empotrar un ensamble no metálico de receptáculos múltiples en el zoclo.

b) Usos no permitidos. No se deben instalar en:

- (1) lugares ocultos, excepto lo permitido en 353-2(a)(3);
- (2) cuando estén expuestos a daño físico;
- (3) cuando la tensión eléctrica entre conductores sea de 300 V o más, excepto si el ensamble es de metal y tiene un espesor no menor que 1 mm;
- (4) si están expuestos a vapores corrosivos;
- (5) en los cubos de los elevadores;
- (6) en áreas peligrosas (clasificadas), excepto lo indicado en 353-2(a)(2).

353-3. Ensamble de receptáculos múltiples metálicos a través de paredes divisorias. Se permite prolongar un ensamble de receptáculos múltiples metálico a través de una pared divisoria (pero no tenderlos por el interior de la misma), si se instalan de modo que pueda quitarse la tapa o tapas de todas las partes expuestas y ningún receptáculo quede en el interior de la pared.

ARTICULO 354-CANALIZACIONES BAJO EL PISO

354-1. Otros Artículos. Las canalizaciones bajo el piso deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

354-2. Uso.

a) Usos permitidos. Se permite instalar canalizaciones bajo el piso en:

(1) debajo de la superficie de concreto u otro material del piso en edificios de oficinas, siempre que queden a nivel con el piso de concreto y cubiertas por linóleo u otro revestimiento equivalente.

(2) en áreas peligrosas (clasificadas), como se permite en la Sección 504-20 y en los lugares de Clase I División 2, como se permite en 501-4(b) excepción;

b) Usos no permitidos. No se deben instalar canalizaciones bajo el piso en:

(1) donde puedan estar expuestas a vapores corrosivos;

(2) en áreas peligrosas (clasificadas), excepto lo permitido en la Sección 354-2(a)(2).

(3) No se deben instalar canalizaciones de metales ferrosos o no ferrosos, cajas de conexiones ni accesorios en concreto ni en zonas expuestas a la influencia de factores corrosivos severos; a menos que estén hechas de un material adecuado para esas condiciones o que estén protegidas contra la corrosión a un nivel aprobado para esas condiciones.

354-3. Cubiertas. Las cubiertas de las canalizaciones deben cumplir con los siguientes incisos.

a) Canalizaciones de no más de 10 cm de ancho. Las canalizaciones semicirculares con la parte superior plana, de no más de 10 cm de ancho, deben tener una cubierta de concreto o madera con espesor no menor que 20 mm sobre la canalización.

Excepción: Lo permitido en los siguientes incisos (c) y (d) para canalizaciones con la parte superior plana.

b) Canalizaciones de más de 10 cm, pero de no más de 20 cm de ancho. Las canalizaciones con la parte superior plana, de más de 10 cm, pero no más de 20 cm de ancho, con una separación mínima entre canalizaciones de 25 mm, deben cubrirse con concreto de un espesor no menor que 25 mm. Las canalizaciones con una separación menor que 25 mm deben cubrirse con concreto de un espesor no menor que 38 mm.

c) Canalizaciones de tipo zanja a nivel con el concreto. Se permite que las canalizaciones de tipo zanja con tapas removibles queden al nivel de la superficie del piso. Dichas canalizaciones aprobadas deben estar diseñadas de modo que la lámina de las tapas les proporcionen una protección mecánica y una rigidez adecuadas y equivalentes a las tapas de las cajas de empalme.

d) Otras canalizaciones a nivel con el concreto. En edificios de oficinas se permite instalar canalizaciones aprobadas con parte superior metálica y plana, de no más de 10 cm de ancho, a nivel con la superficie del piso de concreto, siempre que estén cubiertas con una capa considerable de linóleo o similar, de espesor no menor que 1,6 mm. Cuando se instale a nivel con el concreto más de una canalización, pero no más de tres, deben situarse una al lado de otra y unirse de modo que formen un ensamble rígido.

354-4. Tamaño o designación nominal de conductores. En las canalizaciones subterráneas no se deben instalar conductores de tamaño nominal mayor que aquel para el que está diseñado la canalización.

354-5. Número máximo de conductores en una canalización. La suma del área de la sección transversal de todos los conductores o cables en una canalización no debe exceder 40% de la sección transversal interior de la canalización.

354-6. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer únicamente en cajas de empalme.

Para los fines de esta Sección, el alambrado tipo anillo (conductores continuos no seccionados que conectan varios receptáculos individuales) no se consideran empalmes ni derivaciones.

Excepción: Se permiten empalmes y derivaciones en canalizaciones de tipo zanja a nivel con el piso, que tengan tapa removible y sean accesibles después de la instalación. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más de 75% del área de la sección transversal interior de la canalización en ese punto.

354-7. Salidas fuera de servicio. Cuando una salida se abandone, se elimine o deje de utilizarse, los conductores del circuito que suministraban energía a la salida deben quitarse de la canalización. No se permite que haya en las canalizaciones empalmes o conductores aislados con cinta, como sería el caso de las salidas fuera de servicio en los alambrados tipo anillo.

354-8. En línea recta. Las canalizaciones subterráneas deben hacerse de modo que si se traza una línea recta que una el centro de una caja de empalme con el centro de la siguiente caja de empalme, coincida con el eje central del sistema de canalización. Las canalizaciones se deben sujetar firmemente de tal modo que no pierdan la alineación durante la construcción.

354-9. Marcas en los extremos. En el extremo de cada tramo recto de una canalización o lo más cerca posible del mismo, se debe localizar una marca adecuada que permita localizar la última inserción.

354-10. Extremos finales. Los extremos finales de las canalizaciones deben cerrarse.

354-13. Cajas de terminales. Las cajas de terminales deben instalarse a nivel con el piso y sellarse para evitar la entrada de agua o concreto. Las cajas de terminales que se utilicen con canalizaciones metálicas deben ser metálicas y no perder la continuidad eléctrica con la canalización.

354-14. Insertos. Los insertos deben situarse a nivel con el piso y sellarse para evitar la entrada de concreto. Los insertos utilizados en canalizaciones metálicas deben ser metálicos y mantener la continuidad eléctrica con la canalización. Los insertos colocados en o sobre canalizaciones de fibra antes de tapar el piso, deben sujetarse mecánicamente a la canalización. Los insertos colocados en canalizaciones de fibra después de tapar el piso, deben atornillarse a la canalización. Cuando se corten las paredes de la canalización, y se coloquen los insertos, debe evitarse que virutas y otras partículas y basura queden dentro de la canalización y las herramientas que se empleen deben estar diseñadas de modo que no entren en la canalización y no dañen a los conductores que ya estuvieran instalados.

354-15. Conexiones con gabinetes y salidas de pared. Las conexiones de las canalizaciones con los centros de distribución y salidas de pared, se deben hacer por medio de tubo (conduit) metálico, tipo pesado, semipesado o ligero y accesorios aprobados, o puede utilizarse tubo (conduit) metálico flexible cuando no esté instalado en concreto. Cuando un sistema subterráneo de canalizaciones metálicas esté provisto de un conductor de puesta a tierra para equipo con terminales, se permite utilizar tubo (conduit) no metálico rígido, tipo pesado, ligero, o puede utilizarse tubo (conduit) no metálico flexible y herméticos a los líquidos cuando no esté instalado en concreto.

ARTICULO 356-CANALIZACIONES EN PISOS METALICOS CELULARES

356-1. Definiciones. Para los propósitos de este Artículo, una "canalización en piso metálico celular" se define como los espacios huecos de los pisos metálicos celulares, junto con los accesorios adecuados, que se puedan aprobar como envolvente para conductores eléctricos. Una "celda" se define como un espacio sencillo, de forma tubular y cerrado en una sección del piso metálico celular, cuyo eje es paralelo al de la sección del piso metálico. Un "cabezal" se define como una canalización transversal para conductores eléctricos que da acceso a determinadas celdas de un piso metálico celular, permitiendo así el tendido de conductores eléctricos desde un centro de distribución hasta las celdas.

356-2. Usos

a) Usos permitidos. Se permite instalar conductores eléctricos en canalizaciones en pisos metálicos celulares:

(1) en áreas peligrosas (clasificadas), como se permite en la Sección 504-20 y en los lugares de Clase I División 2, como se permite en 501-4(b) excepción;

(2) en estacionamientos públicos para salidas en el techo o extensiones por debajo del piso.

b) Usos no permitidos. No deben instalarse conductores eléctricos en canalizaciones en pisos metálicos celulares:

(1) si están expuestos a vapores corrosivos;

(2) en áreas peligrosas (clasificadas) excepto lo permitido en la Sección 356-2(a)(1);

(3) en estacionamientos públicos, en salidas por encima del piso (ver 356-2(a)(2)).

NOTA: Para la instalación de conductores con otros sistemas, véase 300-8.

356-3. Otros Artículos. Las canalizaciones en pisos metálicos celulares deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

A. Instalación

356-4. Tamaño o designación nominal de los conductores. No deben instalarse conductores de tamaño nominal mayor que 53,5 mm² (1/0 AWG).

356-5. Número máximo de conductores en una canalización. La suma del área de la sección transversal de todos los conductores o cables en una canalización no debe superar 40% del área de la sección transversal interior de la celda o del cabezal.

356-6. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las unidades de acceso a los cabezales o en cajas de empalme.

Para los propósitos de esta Sección, se considera que los llamados alambrados tipo anillo (conductores continuos que conectan distintas salidas sin ser seccionados) no se consideran empalmes ni derivaciones.

356-7. Salidas fuera de servicio. Cuando una salida quede fuera de servicio, se elimine o se deje de utilizar, los conductores del circuito que suministraban energía a la salida deben quitarse de la canalización. No se permite que en las canalizaciones haya empalmes o conductores aislados con cinta, como sería el caso de las salidas abandonadas en los alambrados tipo anillo.

356-8. Marcadores. Para la localización de las celdas en el futuro debe instalarse un número adecuado de marcadores.

356-9. Cajas de empalme. Las cajas de empalme se deben instalar a nivel con el piso y sellar para evitar la entrada de agua o concreto. Las cajas de empalme que se utilicen con canalizaciones metálicas deben ser metálicas y no perder la continuidad eléctrica con la canalización.

356-10. Insertos. Los insertos deben situarse a nivel con el piso y sellarse para evitar la entrada de concreto. Los insertos utilizados en canalizaciones metálicas deben ser metálicos y mantener la continuidad eléctrica con la canalización. Cuando se corten las paredes de la canalización, y se coloquen los insertos, debe evitarse que virutas y otras partículas y basura queden dentro de la canalización y las herramientas que se empleen deben estar diseñadas de modo que no entren en la canalización y no dañen a los conductores que ya estuvieran instalados.

356-11. Conexiones desde las celdas con gabinetes y extensiones. Las conexiones de las canalizaciones con los centros de distribución y salidas de pared, se deben hacer por medio de tubo (conduit) metálico, tipo pesado, semipesado o ligero y accesorios aprobados, o puede utilizarse tubo (conduit) metálico flexible cuando no esté instalado en concreto. Cuando existe un conductor de puesta a tierra para equipo con terminales, se permite utilizar tubo (conduit) no metálico rígido, tipo pesado, ligero o puede utilizarse tubo (conduit) no metálico flexible y hermético a los líquidos cuando no esté instalado en concreto.

B. Especificaciones de construcción

356-12. Disposiciones generales. Las canalizaciones en pisos metálicos celulares deben estar construidas de modo que se asegure la adecuada continuidad eléctrica y mecánica de todo el sistema y deben brindar un encerramiento completo para los conductores. Sus superficies interiores deben estar libres de rebabas y bordes cortantes y las superficies sobre las que se tiendan los conductores deben estar lisas. Cuando los conductores pasen a través de una canalización se deben instalar boquillas o accesorios adecuados con bordes lisos redondeados.

ARTICULO 358-CANALIZACIONES EN PISOS DE CONCRETO CELULAR

358-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos de las canalizaciones en pisos de concreto celular, en los espacios huecos de los pisos construidos con baldosas prefabricadas de concreto celular y sus accesorios metálicos diseñados para permitir el acceso a las celdas del piso.

358-2. Definiciones. Una "celda" se define como un espacio sencillo, cerrado y tubular en un piso hecho de baldosas prefabricadas de concreto celular, cuyo eje es paralelo a la dirección del miembro del piso. Un "cabezal" se define como una canalización metálica transversal para conductores eléctricos que da acceso a determinadas celdas de un piso de concreto celular, permitiendo así el tendido de conductores eléctricos desde un centro de distribución hasta las celdas.

358-3. Otros Artículos. Las canalizaciones en pisos de concreto celular deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

358-4. Usos no permitidos. No se deben instalar conductores eléctricos en canalizaciones en pisos de concreto celular prefabricado: (1) si están expuestos a vapores corrosivos; (2) en áreas peligrosas (clasificadas), excepto lo permitido en 504-20 y en lugares de Clase I División 2, como se permite en la Excepción de 501-4(b), ni (3) en estacionamientos públicos, excepto para salidas en el techo o extensiones por debajo del piso, pero no por encima.

NOTA: Para la instalación de conductores con otros sistemas, véase 300-8.

358-5. Cabezales. Los cabezales se deben instalar en línea recta y perpendiculares a las celdas. Los cabezales se deben sujetar mecánicamente a la parte superior del piso prefabricado de concreto celular. Las juntas de los extremos se deben cerrar con un cierre metálico y sellar para impedir la entrada de concreto. El cabezal debe ser eléctricamente continuo y estar conectado equipotencialmente al envolvente del centro de distribución.

358-6. Conexiones con gabinetes y otras envolventes. La conexión de los cabezales con los gabinetes y otras envolventes se debe hacer por medio de canalizaciones metálicas aprobadas y listadas con sus accesorios igualmente aprobados y listados.

358-7. Cajas de empalme. Las cajas de empalme se deben instalar a nivel con el piso y sellar para evitar la entrada de agua o concreto. Las cajas de empalme deben ser de metal y tener continuidad mecánica y eléctrica con los cabezales.

358-8. Marcas. Para la localización de las celdas se deben instalar marcas en una cantidad adecuada.

358-9. Insertos. Los insertos deben situarse a nivel con el piso y sellarse para evitar la entrada de concreto. Los insertos deben ser metálicos y fijarse con receptáculos del tipo puesto a tierra. Un conductor de puesta a tierra debe conectar los receptáculos del inserto a la conexión de puesta a tierra del cabezal. Cuando se corten las paredes de la canalización, por ejemplo, para hacer los insertos y para otros casos (por ejemplo, para acceder a las aberturas entre el cabezal y las celdas), debe evitarse que las partículas y la suciedad queden dentro de la canalización, y debe procurarse utilizar herramientas diseñadas de modo que no entren en la canalización, para que no afecten a los cables que pudiera haber instalados.

358-10. Tamaño nominal de los conductores. No se deben instalar conductores de tamaño nominal mayor que 53,5 mm² (1/0 AWG).

358-11. Número máximo de conductores en una canalización. La suma del área de la sección transversal de todos los conductores o cables en una canalización no debe exceder 40% del área de la sección transversal interior de la celda o cabezal.

358-12. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las unidades de acceso a los cabezales o cajas de empalmes.

Para los propósitos de esta Sección, se considera que los llamados alambros tipo anillo (conductores continuos que conectan las distintas salidas sin ser segmentados) no son empalmes ni derivaciones.

358-13. Salidas fuera de servicio. Cuando una salida quede fuera de servicio, se elimine o se deje de utilizar, los conductores del circuito que alimentaban a la salida se deben quitar de la canalización. No se permite que haya en las canalizaciones empalmes o conductores aislados con cinta, como sería el caso de las salidas abandonadas en los alambros tipo anillo.

ARTICULO 362 - DUCTOS METALICOS Y NO METALICOS CON TAPA

A. Ductos metálicos

362-1. Definición. Los ductos metálicos son ductos de placa metálica con tapa a presión removible, o con bisagras para alojar y proteger cables eléctricos, en los cuales se instalan los conductores después de haber instalado el ducto como un sistema completo.

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.

362-3. Otros Artículos. Las instalaciones de ductos deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

362-4. Tamaño nominal de los conductores. No se debe instalar en un ducto ningún conductor de mayor tamaño nominal que aquel para el cual fue diseñado.

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 conector 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.

362-12. Marcado. Los ductos se deben marcar de modo que después de su instalación quede claramente visible el nombre del fabricante o su marca comercial.

362-13. Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir las disposiciones del Artículo 250.

B. Ductos no metálicos

362-14. Definición. Los ductos no metálicos son ductos de material no metálico retardante a la flama, con tapa con bisagras o removible, para alojar y proteger alambres y cables eléctricos y en los cuales se instalan los conductores después de instalado el conducto, como un sistema completo.

362-15. Usos permitidos. Se permite el uso de ductos no metálicos aprobados y listados:

1) Sólo en instalaciones expuestas.

Excepción: Se permite instalar ductos en espacios ocultos según lo establecido en 640-4, Excepción, inciso c.

2) Donde estén expuestos a vapores corrosivos.

3) En lugares mojados, cuando estén aprobados y listados para ese fin.

NOTA: Las temperaturas muy bajas pueden hacer que algunos tubos no metálicos se vuelvan frágiles y por tanto sean más susceptibles de daño por contacto físico.

362-16. Usos no permitidos. No se deben utilizar ductos no metálicos:

1) Cuando estén expuestos a daño físico.

2) En áreas peligrosas (clasificadas).

Excepción: Lo permitido en 504-20.

3) Cuando estén expuestos a la luz del Sol, excepto si están aprobados e identificados para ese uso.

4) Cuando estén expuestos a temperatura ambiente distinta para la que fue aprobado el ducto no metálico.

5) Con conductores cuyos límites de temperatura de aislamiento superen aquellos para los que está aprobado y listado el ducto no metálico.

362-17. Otros Artículos. Las instalaciones de ductos no metálicos para cables deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300. Cuando en el Artículo 250 se exija la puesta a tierra del equipo, en el ducto no metálico se debe instalar un conductor independiente de puesta a tierra de equipo.

362-18. Tamaño nominal de los conductores. En un ducto no se debe instalar ningún conductor de mayor tamaño nominal que aquel para el cual fue diseñado el ducto.

362-19. Número de conductores. La suma del área de la sección transversal de todos los conductores portadores de corriente contenidos en cualquier parte de un ducto no metálico no debe exceder 20% del área de la sección transversal del mismo. No se consideran conductores portadores de corriente los de los circuitos de señalización o los conductores entre un motor y su control de arranque, utilizados únicamente para el arranque del motor.

A los conductores portadores de corriente eléctrica que ocupen hasta e inclusive 20% del espacio, como se acaba de indicar, se les deben aplicar los factores de ajuste de la Sección 310-15(g)(1) de las Tablas de capacidad de conducción de corriente, de 0 a 2 000 V.

362-20. Conductores aislados doblados. Cuando dentro de 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.

362-21. Empalmes y derivaciones. Se permiten empalmes y derivaciones en los ductos no metálicos con tal 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.

362-22. Soportes. Los ductos se deben sujetar de acuerdo con lo siguiente:

a) **Soporte horizontal.** Cuando vayan instalados horizontalmente, los ductos se deben sujetar a intervalos que no excedan de 1 m y en cada extremo o unión, excepto si están aprobados y listados para otros intervalos. En ningún caso la distancia entre los soportes debe exceder de 3 m.

b) **Soporte vertical.** Los tramos verticales de ductos se deben sujetar de forma firme a intervalos que no excedan de 1,2 m y no debe haber más de una unión entre dos soportes. Las secciones unidas de los ductos se deben sujetar de forma segura de modo que constituyan una junta rígida.

362-23. Juntas de expansión. Cuando en un ducto no metálico se esperen variaciones de longitud en un tramo recto de 6 mm o más, se deben instalar dispositivos de dilatación que compensen la expansión térmica y contracción.

362-24. Extensión a través de paredes. Se permite que los ductos no metálicos para cables 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.

362-25. Extremos finales. Los extremos finales de los ductos deben quedar cerrados utilizando herrajes aprobados.

362-26. Extensiones de los ductos. Las extensiones de los ductos para cables se deben hacer mediante cordones colgantes o cualquier método de alambrado indicado en el Capítulo 3. Se debe instalar un conductor independiente de puesta a tierra del equipo por cualquiera de los métodos aplicados al alambrado de la extensión.

362-27. Marcado. Los ductos no metálicos deben ir marcados de modo que, después de su instalación, se vea claramente el nombre del fabricante o su marca comercial y el área de su sección transversal interior en mm^2 o las dimensiones del ducto. Se permite identificar con el sufijo LS los ductos no metálicos con baja emisión de humos, resistentes a la propagación de incendio y baja acidez.

ARTICULO 363 - CABLES PLANOS TIPO FC

363-1. Definición. Los cables planos tipo FC consisten en varios conductores paralelos fabricados integralmente con una malla de material aislante específicamente diseñada para su instalación en canalizaciones metálicas superficiales.

363-2. Otros Artículos. Además de las disposiciones de este Artículo, las instalaciones de cables tipo FC deben cumplir las disposiciones aplicables de los Artículos 210, 220, 250, 300, 310 y 352.

363-3. Usos permitidos. Se permite utilizar cables planos únicamente como circuitos derivados que alimenten dispositivos para alumbrado, pequeños aparatos eléctricos o pequeñas cargas. Los cables planos sólo se deben instalar en instalaciones expuestas. Los cables planos sólo se deben instalar en lugares donde no estén expuestos a daño físico.

363-4. Usos no permitidos. No se deben instalar sistemas de cables planos:

- (1) si están sometidos a vapores corrosivos, a menos que sean adecuados para esa aplicación;
- (2) en cubos de elevadores;
- (3) en áreas peligrosas (clasificadas) o
- (4) en exteriores o en lugares húmedos o mojados, excepto si están aprobados e identificados para su uso en lugares mojados.

363-5. Instalación. En la obra, los cables planos sólo se deben instalar en canalizaciones metálicas superficiales aprobadas e identificadas para ese uso. La parte acanalada de la canalización metálica superficial se debe instalar como un sistema completo antes de introducir en su interior los cables planos.

363-6. Número de conductores. Los sistemas de cables planos constan de dos, tres o cuatro conductores.

363-7. Tamaño de los conductores. Los sistemas de cables planos deben tener conductores de hilos de cobre especialmente trenzados de tamaño nominal de $5,26 \text{ mm}^2$ (10 AWG).

363-8. Aislamiento de los conductores. Todo el sistema de cables planos debe estar formado de modo que ofrezca una cubierta aislante adecuada de todos sus conductores, por medio de uno de los materiales que aparecen en la Tabla 310-13 para instalaciones de circuitos derivados.

363-9. Empalmes. Los empalmes deben hacerse en cajas de empalme aprobadas y listadas.

363-10. Derivaciones. Las derivaciones deben hacerse entre cualquier fase y el conductor puesto a tierra o cualquier otra fase, por medio de dispositivos y accesorios aprobados e identificados para ese uso. Los dispositivos de empalme deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que 15 A o más de 300 V a tierra y deben ser de los colores que se exige en 363-20.

363-11. Terminales del cable. Cada extremo terminal de cables planos debe cubrirse con un capuchón u otro dispositivo aprobado e identificado para ese uso.

El accesorio del extremo de las canalizaciones metálicas superficiales debe estar también aprobado e identificado para ese uso.

363-12. Soportes para equipos. Los soportes para equipos conectados con los cables planos deben estar aprobados e identificados para ese uso.

363-13. Accesorios. Los accesorios que se instalen con los cables planos deben estar diseñados e instalados de modo que protejan a los cables contra daño físico.

363-14. Extensiones. Todas las extensiones de los cables planos se deben hacer por métodos de alambrado aprobados, en las cajas de empalme instaladas en cualquier extremo de la trayectoria de los cables planos.

363-15. Soportes. Los cables planos se deben sujetar en las canalizaciones metálicas de superficie por medios diseñados especialmente para ese uso.

Las canalizaciones metálicas de superficie se deben sujetar según lo requerido para ese tipo de canalizaciones.

363-16. Capacidad de conducción de corriente nominal. La capacidad de conducción de corriente nominal de un circuito derivado no debe exceder los 30 A.

363-17. Marcado. Además de lo establecido en 310-11, los cables tipo FC deben llevar marcada de modo duradero en su superficie su temperatura de operación nominal, a intervalos no mayores a 60 cm.

363-18. Cubiertas protectoras. Cuando los cables planos se instalen a menos de 2,4 m sobre el piso o plataforma fija de trabajo, se deben proteger con una cubierta metálica aprobada e identificada para ese uso.

363-19. Identificación. El conductor puesto a tierra se debe identificar en toda su longitud por medio de una marca clara y duradera de color blanco o gris claro.

363-20. Identificación del tablero de terminales. Los tableros de terminales adecuados para este uso deben tener marcas claras y duraderas de color o con letras. La parte del bloque terminal correspondiente del conductor puesto a tierra debe llevar una marca blanca o una designación adecuada. La siguiente sección adyacente al tablero de terminales debe llevar una marca negra o una designación adecuada. La siguiente sección debe llevar una marca roja o una designación adecuada. La última sección o externa (opuesta al conductor puesto a tierra), debe llevar una marca azul o una designación adecuada.

ARTICULO 364-DUCTOS CON BARRAS (ELECTRODUCTOS)

A. Disposiciones generales

364-1. Alcance. Este Artículo cubre los ductos con barras (electroductos) y sus accesorios, que se utilizan como circuitos de entrada de acometida, alimentadores y derivaciones.

364-2. Definición. Para el propósito de este Artículo, un electroducto es un ducto metálico puesto a tierra que contiene conductores desnudos o aislados, usualmente de cobre o aluminio en forma de barras, alambres o tubos, ensamblados en fábrica.

NOTA: Para canalizaciones prealambradas en campo, véase el Artículo 365.

364-3. Otros Artículos aplicables. Las instalaciones de electroductos deben cumplir con los requisitos aplicables del Artículo 300.

364-4. Usos

a) Usos permitidos. Los electroductos deben instalarse en forma visible y en lugares despejados.

Excepción 1: Se permite la instalación de electroducto detrás de paneles, si están accesibles y se cumple con todas las siguientes condiciones:

a. Que no haya dentro del electroducto dispositivos de protección contra sobrecorriente, excepto los correspondientes a los equipos individuales o a otras cargas.

b. Que el espacio detrás de los paneles no se use para ventilación o manejo de aire.

c. Que el electroducto sea del tipo no ventilado, totalmente cerrado.

d. Que el electroducto se instale de tal manera que las uniones entre secciones y los accesorios, sean accesibles para fines de mantenimiento.

Excepción 2: Se permite instalar electroductos detrás de paneles de acceso, de acuerdo con lo indicado en 300-22(c).

b) Usos no permitidos. Los electroductos no deben instalarse:

(1) cuando puedan estar sometidos a daño físico o a vapores corrosivos;

(2) en cubos de elevadores;

(3) en áreas peligrosas (clasificadas), a menos que estén aprobados para ese uso en particular. (Véase 501-4(b)); ni

(4) a la intemperie o en lugares mojados o húmedos, a menos que estén aprobados e identificados para ese uso.

Los electroductos para alumbrado o para trole de equipo móvil no deben instalarse a menos de 2,5 m sobre el piso o plataforma de trabajo, a menos que estén provistos de una cubierta protectora adecuada.

364-5. Soportes. Los electroductos deben estar firmemente soportados a distancias no mayores de 1,50 m a menos que por diseño se marque otro espaciamiento entre soportes.

364-6. Paso a través de paredes y pisos. Los electroductos pueden pasar a través de paredes secas, siempre que el paso se haga con tramos continuos de una sola pieza. También pueden extenderse verticalmente a través de pisos secos, siempre y cuando los ductos estén completamente cerrados (no ventilados), y hasta una altura sobre el nivel del piso de 1,80 m como mínimo, para proveer una adecuada protección contra daños mecánicos.

NOTA: Véase 300-21, propagación del fuego y de los productos de la combustión.

364-7. Extremos de los electroductos. Los extremos de los electroductos deben estar cerrados.

364-8. Derivaciones desde los electroductos. Las derivaciones desde los electroductos pueden hacerse como se indica a continuación:

a) Con canalizaciones de los tipos indicados en los Artículos 331, 345, 346, 347, 348, 350, 351, 352, 364, o con cables tipo MC, Artículo 334. Cuando se utiliza una canalización no metálica, la conexión de los conductores para la puesta a tierra de equipo, contenidos en la canalización, al electroducto debe cumplir con lo indicado en 250-113 y 250-118.

b) Pueden usarse conjuntos de cordones o cables para uso rudo para la conexión de equipo portátil o de equipo fijo para facilitar su conexión si se desplazan ocasionalmente, siguiendo lo establecido en 400-7 y 400-8 y las siguientes condiciones:

1) El cordón o cable debe fijarse al edificio por medios aprobados.

2) La longitud del cordón o cable desde la conexión de clavija en el electroducto hasta el dispositivo que proporciona la tensión eléctrica en el cordón o cable, no debe ser mayor que 1,80 m.

Excepción: Solamente en establecimientos industriales y cuando el mantenimiento y la supervisión se realicen por personal calificado, se permite el uso de longitudes de cordón mayores de 1,80 m entre la conexión al electroducto y el dispositivo de tensión eléctrica, si el cordón o cable se sujeta a intervalos que no excedan de 2,40 m.

3) El cordón o cable debe instalarse en forma vertical desde el dispositivo compensador de tensión hasta el equipo alimentado.

4) Se deben colocar abrazaderas relevadoras de esfuerzos para el cable o cordón, en las conexiones al electroducto y en las terminales de los equipos alimentados.

364-9. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente debe hacerse de acuerdo con lo indicado en 364-10 a 364-13.

364-10. Capacidad nominal de la protección contra sobrecorriente en alimentadores. Cuando la capacidad de conducción de corriente de un electroducto no coincida con una capacidad normalizada de un dispositivo de protección de sobrecorriente, debe seleccionarse uno con el valor superior más cercano a ésta, sólo si esa capacidad no excede de 800 A.

364-11. Reducción de la capacidad de conducción de corriente nominal del electroducto. Se requiere de un dispositivo de protección contra sobrecorriente cuando algún tramo del electroducto tiene menor capacidad de conducción de corriente que el electroducto general.

Excepción: En instalaciones industriales puede omitirse la protección adicional contra sobrecorriente en los puntos del electroducto de menor capacidad de conducción de corriente, siempre y cuando la longitud del electroducto más pequeño no sea mayor que 15 m, desde el punto de reducción, y que su capacidad de conducción de corriente sea igual o mayor que la tercera parte del tamaño o ajuste del dispositivo de sobrecorriente que protege a la línea. Se requiere además que el electroducto no esté en contacto con materiales combustibles.

364-12. Alimentadores o circuitos derivados. Cuando el electroducto se utiliza como alimentador y las derivaciones o subalimentadores se inician en dispositivos, o conectores enchufables que se conectan a las barras del electroducto, los elementos de protección contra sobrecorriente para los circuitos derivados o subalimentadores deben estar incluidos en dichos dispositivos. Los dispositivos enchufables deben tener un interruptor automático o uno con fusibles, de operación externa. Cuando tales dispositivos están montados lejos del alcance del operador y contienen medios de desconexión, pueden emplearse medios como cuerdas, cadenas o pértigas para permitir la operación manual desde el piso o lugar accesible.

Excepción 1: Lo permitido en 240-21, para derivaciones.

Excepción 2: Cuando se conectan al electroducto luminarios fijas o semifijas, por medio de extensiones de cordón cuya clavija incluye el dispositivo de protección de sobrecorriente.

Excepción 3: Cuando se enchufan directamente en el electroducto aparatos sin cordón y la protección contra sobrecorriente está montada en el aparato.

364-13. Protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados. Los electroductos pueden emplearse como circuitos derivados de cualquiera de los tipos descritos en el Artículo 210.

Donde se usen en esa forma, la capacidad de corriente eléctrica del circuito derivado está determinada por el tamaño o ajuste del dispositivo de protección que protege al electroducto y el circuito debe estar de acuerdo en todos los aspectos con los requerimientos del Artículo 210 aplicables a circuitos derivados de esa capacidad y debe cumplir con lo aplicable de los Artículos 430 y 440.

364-15. Marcado. Los electroductos deben llevar una placa que indique la corriente eléctrica nominal y la tensión de operación para la cual están diseñados y el nombre o marca del fabricante, y que quede visible después de la instalación.

B. Requisitos para tensión eléctrica mayor que 600 V nominales

364-21. Identificación. Cada tramo de electroducto debe estar provisto de una placa de datos, con la siguiente información:

(1) Tensión eléctrica nominal;

(2) Capacidad máxima de corriente eléctrica en operación normal. Si el electroducto tiene ventilación forzada, la identificación debe incluir tanto la capacidad con ventilación forzada como la capacidad con ventilación natural, para el mismo incremento de temperatura;

(3) Frecuencia nominal;

(4) Tensión eléctrica de impulso nominal;

(5) Rigidez dieléctrica a 60 Hz, en seco;

(6) Corriente eléctrica nominal momentánea, y

(7) Nombre o marca del fabricante.

364-22. Puesta a tierra. Los electroductos blindados con cubierta metálica deben ser puestos a tierra como se indica en el Artículo 250.

364-23. Estructuras de soporte y adyacentes. Los electroductos blindados con cubierta metálica deben instalarse de forma tal que el aumento de temperatura por la circulación de corrientes eléctricas inducidas en cualquiera de las partes metálicas adyacentes, no sea peligroso para el personal ni constituya riesgo de incendio.

364-24. Neutro. Cuando se requiera una barra para el neutro del sistema, ésta debe tener una capacidad de conducción de corriente adecuada para conducir todas las corrientes eléctricas de carga del neutro, incluyendo las armónicas, además debe tener capacidad adecuada instantánea de cortocircuito de acuerdo con los requisitos del sistema.

364-25. Barreras y sellos. Los electroductos que tengan trayectorias que pasen del interior al exterior de edificios, deben tener un sello para vapor en la pared del edificio, para evitar el intercambio de aire entre las secciones interiores y exteriores.

Excepción: No se requiere un sello para vapor en electroductos con ventilación forzada.

Deben colocarse barreras contra el fuego cuando se atraviesan paredes, pisos o cielos rasos.

NOTA: Para información sobre propagación de fuego o de los productos de la combustión, véase 300-21.

364-26. Drenaje. Deben proveerse válvulas, filtros de drenaje o métodos similares, para facilitar la eliminación de humedad condensada en los puntos bajos de las trayectorias de los electroductos.

364-27. Electroductos con ventilación. Los electroductos con ventilación deben instalarse de acuerdo con lo indicado en la Sección 110-31, a menos que estén diseñados en forma tal que si algún objeto extraño se introduce por cualquier abertura, éste sea desviado de las partes energizadas.

364-28. Terminales y conexiones. Cuando los electroductos conectan máquinas enfriadas por gas inflamable, deben proveerse conectores de salida sellados, deflectores u otros medios, que impidan la acumulación de gas inflamable dentro de la envolvente del electroducto.

En tendidos largos y rectos del electroducto, deben proveerse conexiones flexibles o de expansión, para permitir la expansión o contracción por temperatura, y también donde los electroductos atraviesan las juntas amortiguadoras de vibraciones de los edificios.

Todos los dispositivos de terminación y conexión de conductores deben ser accesibles para su instalación, conexión y mantenimiento.

364-29. Desconectores. Los dispositivos de interrupción o puentes de desconexión incluidos en el sistema de electroductos, deben tener la misma capacidad de conducción momentánea de corriente que las barras. Los puentes de desconexión deben llevar claramente marcada la indicación de que sólo pueden ser removidos cuando las barras estén desenergizadas. Los dispositivos de interrupción para desconexión sin carga, deben estar protegidos para impedir su operación con carga, y los envolventes de los puentes de desconexión deben estar protegidos para impedir el acceso a las partes energizadas.

364-30. Alambrado en 600 V nominales o menos. Los dispositivos de control secundario y su alambrado, que forman parte del sistema del electroducto, deben estar aislados de los otros elementos primarios del circuito por medio de barreras retardantes del fuego, excepto cuando se trate de un alambrado corto, tales como las terminales de transformadores de instrumento.

ARTICULO 365 - CANALIZACIONES PREALAMBRADAS

365-1. Definición. La canalización prealambrada es un conjunto de conductores aislados montados en posiciones espaciadas en una estructura de metal ventilado que los soporta y protege y que incluye accesorios y terminales de conductores.

La canalización prealambrada se ensambla normalmente en el lugar de instalación con componentes proporcionados o especificados por el fabricante y de acuerdo con lo indicado en las instrucciones para el trabajo específico.

El conjunto está diseñado para conducir corriente eléctrica de falla y soportar las fuerzas magnéticas de dichas corrientes.

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 prealumbradas no se deben instalar en huecos de elevadores ni en áreas peligrosas (clasificadas), a menos que sean específicamente adecuadas para tales usos. Las canalizaciones prealumbradas pueden ser usadas para circuitos derivados, alimentadores y acometidas.

Las estructuras de las canalizaciones prealumbradas 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 prealumbradas se permiten para sistemas de más de 600 V nominales. Véase 710-4 (a).

365-3. Conductores

a) Tipo de conductores. En las canalizaciones prealumbradas, 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 prealumbradas 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 prealumbrada 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 prealumbrada deben estar sujetos a intervalos no mayores de 90 cm para canalizaciones horizontales y 45 cm para canalizaciones verticales. El espaciamiento 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 prealumbradas deben estar protegidas contra sobrecorriente, de acuerdo con la capacidad de conducción de corriente de los conductores de la canalización prealumbrada, de acuerdo con lo indicado en 240-3. Cuando la capacidad de conducción de corriente de los conductores de una canalización prealumbrada 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 240-100.

365-6. Soportes y extensiones a través de paredes y pisos

a) Soportes. Las canalizaciones prealumbradas 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 prealumbradas 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 prealumbradas pueden extenderse en tramos verticales a través de plataformas y pisos secos, excepto donde se requieran bloques contra fuego, siempre que la canalización prealumbrada 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 prealumbradas 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 prealamburada 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 prealamburadas 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 prealamburadas, se deben emplear terminales aprobadas.

365-9. Puesta a tierra. Las canalizaciones prealamburadas deben estar puestas a tierra y unidas de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250, excluyendo la Excepción 2 de 250-33.

365-10. Marcado. Cada sección de la canalización prealamburada debe marcarse con el nombre del fabricante o marca comercial y con el diámetro máximo, número, tensión eléctrica nominal de trabajo y capacidad de conducción de corriente de los conductores que se deban instalar. El marcado debe ubicarse de manera que sea visible después de la instalación.

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

A. Alcance y disposiciones generales

370-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos de la instalación y uso de las cajas y cajas de paso (ovaladas y redondas), utilizadas para salidas, empalmes, unión o jalado. Las cajas comúnmente denominadas FS y FD, de dimensiones mayores, de metal fundido, cajas de lámina metálica y otras como las no metálicas, no se consideran cajas de paso. Este Artículo trata además de los requisitos de instalación de los accesorios utilizados para conectar las canalizaciones entre sí, así como las canalizaciones y cables, a las cajas y cajas de paso.

NOTA: Para sistemas de más de 600 V nominales, véase la Parte D de este Artículo.

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.

dispositivo 10,2 x 5,4 x 5,4	213	8	7	6	5	5	4	2
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 $2,08 \text{ mm}^2$ (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.

370-17. Conductores que entran en cajas, cajas de paso o accesorios. Los conductores que entren 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).

370-18. 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.

370-19. 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.

370-21. Reparación de las paredes de yeso, ladrillo o panel de yeso. Las superficies de paredes de yeso, ladrillo o panel de yeso que estén rotas o incompletas, se deben reparar para que no queden huecos ni espacios abiertos de más de 3 mm alrededor del borde de las cajas o accesorios.

370-22. Extensiones superficiales expuestas. Las extensiones superficiales de una caja de una instalación oculta se deben hacer instalando y sujetando mecánicamente otra caja o anillo de extensión sobre la caja oculta. Cuando sea necesario se debe poner a tierra al equipo, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

Excepción: Se permite hacer una extensión superficial desde la tapa de una caja oculta cuando la tapa esté proyectada de modo que no sea probable que se caiga o la quiten si se afloja. El método de alambrado debe ser flexible y estar hecho de modo que, si fuera necesaria la continuidad de la puesta a tierra, debe ser independiente del empalme entre la caja y la tapa.

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.

c) 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 sujeto 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).

370-24. Profundidad de las cajas de salida. Ninguna caja debe tener una profundidad inferior a 12,7 mm. Las cajas proyectadas para contener dispositivos que queden a nivel deben tener una profundidad interior no menor que 23,8 mm.

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.

C. Especificaciones de construcción

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 $1\ 640\ \text{cm}^3$ 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 $1\ 640\ \text{cm}^3$. Las cajas metálicas de tamaño superior a $1\ 640\ \text{cm}^3$ 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 las 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.

370-44. Marcado. Todas las cajas y cajas de paso, tapas, anillos de extensión y similares, deben estar marcados de manera legible y duradera con el nombre del fabricante o marca comercial.

D. Cajas de empalmes y de paso utilizadas en instalaciones de más de 600 V nominales

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 entren 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) Envoltente completo. Una caja debe formar un envoltente 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 - ALEJESE”

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

373-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos de instalación y construcción de los gabinetes, cajas para cortacircuitos y bases para montaje de medidores.

A. Instalación

373-2. En lugares húmedos, mojados o áreas peligrosas (clasificadas).

a) En lugares húmedos y mojados. En los lugares húmedos o mojados, las envoltentes 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 envoltente 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 entren en los gabinetes o cajas para cortacircuitos. Los conductores que entren 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 entren 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 mm ² (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 dobléz 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 quepan holgadamente todos los conductores instalados en ellos.

373-8. Envoltentes para desconectores o para dispositivos de protección contra sobrecorriente. Las envoltentes para desconectores o para dispositivos de sobrecorriente no se deben utilizar como cajas de empalmes, canales auxiliares o canalizaciones de conductores que vayan hasta o estén conectados con otros desconectores o dispositivos de sobrecorriente, 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).

B. Especificaciones de construcción

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 contruidos 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.

373-11. Espacio. El espacio dentro de los gabinetes y cajas para cortacircuitos debe cumplir lo establecido en los incisos siguientes.

a) Características generales. El espacio dentro de los gabinetes y cajas para cortacircuitos debe ser suficiente para que permita instalar holgadamente los cables que haya en su interior, y para que quede una separación entre las partes metálicas de los dispositivos y aparatos montados dentro de ellos, como sigue:

1) Base. Además del espacio en los puntos de soporte, debe quedar un espacio libre de 1,6 mm como mínimo entre la base del dispositivo y la pared metálica de cualquier gabinete o caja para cortacircuitos en el que dicho dispositivo vaya montado.

2) Puertas. Entre cualquier parte metálica viva, incluidas las partes vivas de los fusibles instalados en el interior de las cajas, y la puerta de éstas, debe quedar un espacio libre de 25 mm como mínimo.

Excepción: Cuando la puerta esté forrada de un material aislante aprobado o el espesor de la placa metálica no sea menor que 2,5 mm sin recubrir, el espacio libre no debe ser menor que 15 mm.

3) Partes vivas. Entre las paredes, parte posterior, entrada de canales o en la puerta metálica de cualquier gabinete o cajas para cortacircuitos y la parte expuesta portadora de corriente eléctrica más próxima de los dispositivos o aparatos montados dentro del gabinete, si su tensión eléctrica no supera los 250 V, debe haber un espacio libre de 15 mm como mínimo. Para tensiones eléctricas nominales de 251 a 600 V, este espacio debe ser como mínimo de 25 mm.

Excepción: Cuando se cumplan las condiciones de la Excepción de 373-11(a)(2), se permite que el espacio para tensiones eléctricas nominales de 251 a 600 V sea no menor que 15 mm.

b) Espacio para los desconectores. Los gabinetes y cajas para cortacircuitos deben ser de profundidad suficiente que permitan cerrar las puertas estando los desconectores de 30 A de los paneles de alumbrado y control de los circuitos derivados en cualquier posición; cuando los desconectores mixtos estén en cualquier posición o cuando otros desconectores de acción simple se abran, en la medida en que lo permita la construcción.

c) Espacio para los cables. Los gabinetes y cajas para cortacircuitos que contengan en su interior dispositivos o aparatos conectados a más de ocho conductores, incluidos los de los circuitos derivados, medidores, circuitos de alimentación, circuitos de fuerza y similares pero no los del circuito de acometida o cualquier extensión del mismo, deben tener un espacio posterior o uno o más espacios laterales, canales laterales o compartimentos para cables.

d) Espacio para los cables en las envolventes. Los espacios posteriores o laterales, los canales laterales o los compartimentos laterales de los gabinetes y cajas para cortacircuitos para cables deben cerrarse herméticamente por medio de tapas, barreras o separadores que vayan desde la base de los dispositivos instalados en el gabinete hasta la puerta, armazón o laterales del gabinete.

Excepción: Los espacios posteriores o laterales, los canales laterales o los compartimentos laterales de los gabinetes y cajas para cortacircuitos para cables pueden no ser impermeables cuando esos espacios laterales contengan únicamente conductores que entren en el gabinete directamente por la parte de enfrente donde están instalados los dispositivos a los que vayan conectados.

Los espacios posteriores para cables parcialmente cerrados deben llevar tapas que completen el gabinete. Los espacios para cables exigidos por el anterior inciso (c) y que queden expuestos cuando se abran las puertas, deben llevar tapas que completen el gabinete. Cuando exista espacio suficiente para los conductores de paso y para empalmes, como se exige en 373-8, no es necesario instalar separaciones adicionales.

ARTICULO 374 - CANALES AUXILIARES

374-1. Uso. Se permite instalar canales auxiliares que complementen los espacios para cables en las concentraciones de medidores, centros de distribución, tableros de distribución y elementos similares de sistemas de alumbrado, y pueden contener conductores o barras, pero no debe utilizarse para contener desconectores, dispositivos de protección contra sobrecorriente, aparatos u otro equipo similar.

374-2. Extensión más allá de los equipos. Un canal auxiliar no se debe prolongar más de 9 m más allá de los equipos a los que complementa.

Excepción: Lo establecido en 620-35 para los elevadores.

NOTA: Para las canalizaciones de cables, véase el Artículo 362. Para electroductos véase el Artículo 364.

374-3. Soportes

a) Canales auxiliares de placa metálica. Los canales auxiliares de placa metálica deben estar sujetos en toda su longitud a intervalos no mayores a 1,5 m.

b) Canales auxiliares no metálicos. Los canales auxiliares no metálicos deben estar sujetos a intervalos no mayores a 90 cm y en cada extremo o unión, excepto si están aprobados y listados para otros intervalos. En ningún caso la distancia entre los soportes debe ser mayor que 3 m.

374-4. Tapas. Las tapas deben estar firmemente sujetas a los canales.

374-5. Número de conductores

a) Canales auxiliares de placa metálica. Los canales auxiliares de placa metálica no deben contener más de 30 conductores portadores de corriente eléctrica en ningún punto. La suma del área de la sección de todos los conductores instalados en cualquier punto de un canal auxiliar de placa metálica, no debe superar 20% del área de la sección transversal interior del canal en ese punto.

Excepción 1: Lo establecido en 620-35 para los elevadores.

Excepción 2: Los conductores de los circuitos de señalización o los de controladores entre un motor y su arrancador, utilizados sólo para el arranque del motor, no se consideran como conductores portadores de corriente eléctrica la Sección 310-15(g), para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V.

Excepción 3: Cuando se apliquen los factores de ajuste de la Sección 310-15(g) para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V, no debe haber límite al número de conductores portadores de corriente eléctrica, pero la suma del área de la sección transversal de todos los conductores contenidos en

cualquier punto del canal auxiliar de placa metálica no debe superar 20% de la correspondiente sección transversal interior del canal en ese punto.

b) Canales auxiliares no metálicos. La suma del área de la sección transversal de todos los conductores incluyendo su aislamiento instalados en cualquier punto de un canal auxiliar de placa no metálica no debe superar 20% de la correspondiente sección transversal interior del canal en ese punto.

374-6. Capacidad de conducción de corriente de los conductores

a) Canales auxiliares de placa metálica. Cuando el número de conductores energizados contenidos en un canal auxiliar de placa metálica sea de 30 o menos, no se aplican los factores de ajuste de la Sección 310-15(g) para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V. La capacidad nominal continua de las barras de cobre desnudas en canales auxiliares de placa metálica, no debe superar 155 A/cm² de área de la sección transversal de conductor. Si las barras son de aluminio, la corriente eléctrica nominal de operación en uso continuo no debe superar 108,5 A/cm² de área de la sección transversal de conductor.

b) Canales auxiliares no metálicos. A los conductores de fase en los canales auxiliares no metálicos les son aplicables los factores de ajuste de la Sección 310-15(g) para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V.

374-7. Distancia a las partes vivas. Los conductores desnudos deben sujetarse rígida y fuertemente, de modo que la distancia mínima entre partes metálicas desnudas portadoras de corriente eléctrica de distinta polaridad montadas sobre la misma superficie, no sea menor que 50 mm ni menor que 25 mm, si esas partes están al aire libre. Entre cualquier parte metálica portadora de corriente eléctrica y cualquier superficie metálica debe haber una distancia no menor que 25 mm. Se debe dejar espacio suficiente para la dilatación y contracción de las barras.

374-8. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben cumplir lo establecido en los incisos siguientes:

a) Dentro de los canales. Se permite hacer empalmes y derivaciones dentro de los canales si son accesibles por medio de tapas o puertas removibles. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más de 75% del área de la sección transversal del canal.

b) Conductores desnudos. Las derivaciones entre conductores desnudos deben salir del canal por el lado opuesto a las terminales y los conductores no deben estar en contacto con partes portadoras de corriente eléctrica sin aislar de distinto potencial.

c) Identificación adecuada. Las conexiones en derivación en los canales deben estar perfectamente identificadas en cuanto a los circuitos o equipo a los que alimentan.

d) Protección contra sobrecorriente. Las conexiones en derivación de conductores en los canales auxiliares deben estar provistas de dispositivos de protección contra sobrecorriente como exige 240-21.

374-9. Construcción e instalación. Los canales auxiliares deben cumplir lo establecido en los siguientes incisos:

a) Continuidad eléctrica y metálica. Los canales deben estar contruidos e instalados de modo que se asegure la adecuada continuidad eléctrica y mecánica de toda la instalación.

b) Construcción sólida. Los canales deben estar contruidos sólidamente y formar un envolvente completo para alojar a los conductores contenidos en ellos. Todas sus superficies, tanto internas como externas, deben estar adecuadamente protegidas contra la corrosión. Las juntas de las esquinas deben ser herméticas y, cuando el conjunto se sujete mediante pernos, tornillos o remaches, dichos elementos deben estar espaciados una distancia no mayor que 30 cm.

c) Bordes lisos y redondeados. Cuando los conductores pasen entre canales, a través de muros divisorios, alrededor de esquinas, entre canales y gabinetes o canales y cajas de conexiones y en otros lugares cuando fuera necesario para prever la abrasión de su aislante, se deben instalar boquillas, tubos o accesorios adecuados con bordes lisos y redondeados.

d) Conductores aislados doblados. Cuando los conductores aislados se doblen dentro de un canal auxiliar, bien en sus extremos o donde los tubos, accesorios u otras canalizaciones de cables entren o salgan del canal o cuando la dirección del canal varíe más de 30°, se deben aplicar las dimensiones establecidas en 373-6.

e) Uso en interiores y exteriores

1) Canales auxiliares de placa metálica. Los canales auxiliares de placa metálica instalados en lugares mojados deben ser adecuados para esos lugares.

2) Canales auxiliares no metálicos

a. Los canales auxiliares no metálicos instalados en exteriores deben:

1. Estar aprobados e identificados como adecuados para su exposición a la luz del Sol.
2. Estar aprobados e identificados como adecuados para su uso en lugares mojados.
3. Estar aprobados para la máxima temperatura ambiente de la instalación y marcados con la temperatura máxima de aislamiento de los conductores.
4. Llevar instaladas juntas de dilatación cuando la variación esperada de longitud debido a la dilatación y contracción térmica sea mayor que 6,5 mm.

b. Los canales auxiliares no metálicos instalados en interiores deben:

1. Estar aprobados y listados para la temperatura ambiente máxima de la instalación y marcados con la temperatura máxima de aislamiento de los conductores.
2. Llevar instaladas juntas de dilatación cuando la variación esperada de longitud debido a la dilatación y contracción térmica sea mayor que 6,5 mm.

NOTA: Las temperaturas muy bajas pueden hacer que los canales auxiliares no metálicos se hagan más frágiles y, por tanto, más susceptibles a daños por contactos físicos.

f) **Puesta a tierra.** Para la puesta a tierra se debe cumplir lo establecido en el Artículo 250.

ARTICULO 380 – DESCONECTADORES**A. Instalación**

380-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a todos los desconectadores, dispositivos desconectadores e interruptores automáticos cuando se utilicen como medios de desconexión.

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. Envolventes. Los desconectadores e interruptores automáticos deben ser de tipo operable desde afuera e ir montados en un envoltente 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 110-17(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 envoltente 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. Desconectores de tiempo, intermitentes y dispositivos similares. Los desconectores 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 desconectores.

Excepción: Se permite montar sin barreras los dispositivos accesibles únicamente a personas calificadas, siempre que estén situados dentro de un envoltorio, 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 desconectores de cuchilla

a) Desconectores de cuchilla de un tiro. Los desconectores de cuchilla de un tiro deben estar colocados de modo que no se puedan cerrar por la acción de la gravedad. Los desconectores 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) Desconectores de cuchilla de doble tiro. Se permite instalar los desconectores 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 desconectores de cuchilla. Los desconectores de cuchilla de un tiro se deben conectar de modo que las cuchillas estén desenergizadas cuando el desconector esté en posición abierta.

Excepción: Cuando el desconector esté conectado por el lado de la carga a circuitos o a equipos, cuya naturaleza pudiera provocar una fuente de energía de retroalimentación. En tales instalaciones, en la cubierta de los desconectores o inmediatamente al lado de los desconectores abiertos, debe colocarse una inscripción que diga: **“PRECAUCION: EL LADO DE LA CARGA DEL DESCONECTOR PUEDE QUEDAR ENERGIZADO POR RETROALIMENTACION”**.

380-7. Indicaciones. Los desconectores de uso general y de circuitos de motores y los interruptores automáticos, cuando vayan montados en un envoltorio como se describe en 380-3, deben indicar claramente si están en posición “abierta” (desconectada) o “cerrada” (conectada).

Cuando las manivelas de estos desconectores 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 desconectores de doble tiro.

380-8. Acceso y agrupamiento

a) Ubicación. Todos los desconectores y los interruptores automáticos utilizados como desconectores 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 desconector 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 desconectores con fusibles e interruptores automáticos estén situados al mismo nivel que las barras. Se debe instalar un medio adecuado para accionar la manivela del desconector desde el piso.

Excepción 2: Se permite que los desconectores 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 desconectores aisladores accionados por medio de pértigas estén situados a mayor altura.

b) Tensión eléctrica entre desconectores adyacentes. Los desconectores de uso general de acción rápida no deben agruparse en envolventes, excepto si están colocados de manera que la tensión eléctrica entre dos desconectores adyacentes no supere 300 V, o excepto si están instalados en envolventes equipados con barreras permanentes entre los desconectores adyacentes.

380-9. Tapas para desconectores de acción rápida instalados a nivel. Los desconectores de acción rápida montados en cajas metálicas no puestas a tierra y ubicados al alcance de pisos conductores u otras superficies conductoras, deben estar provistos de tapas protectoras de material no conductor y no combustible. Las tapas protectoras metálicas deben ser de metal ferroso de un espesor no menor que 0,8 mm o de metal no ferroso de espesor no menor que 1 mm. Las tapas protectoras de material aislante deben ser de material no combustible y de espesor no menor que 2,5 mm, pero se permite que sean de espesor menor

si están fabricadas o reforzadas de modo que tengan suficiente resistencia mecánica. Las placas protectoras se deben instalar de modo que cubran completamente el hueco de la pared y se apoyen sobre el mismo.

380-10. Instalación de los desconectores de acción rápida

a) Tipo de superficie. Los desconectores de acción rápida usados en alambrado visible sobre aisladores deben instalarse sobre bases de material aislante que separen los conductores por lo menos 13 mm de la superficie que soporta al alambrado.

b) Instalación en cajas. Los desconectores de acción rápida de tipo a nivel, instalados en cajas que estén sobre la superficie de la pared, tal como se permite en 370-20, se deben instalar de modo que los bordes de la placa en la cual están instalados descansan sobre la superficie de la pared. Los desconectores de acción rápida montados en cajas que queden a nivel de la superficie de la pared o sobresalgan de la misma, se deben instalar de modo que la placa de montaje del desconector esté apoyada contra la caja.

380-11. Interruptores automáticos utilizados como desconectores. Se permite utilizar como desconector, 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 240-81 y 240-83.

380-12. Puesta a tierra de los envolventes de desconectores e interruptores automáticos. Los envolventes metálicos de desconectores 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 desconectores de acción rápida deben ser puestos a tierra eficazmente si se utilizan en métodos de alambrado que incluyan o tengan prevista la puesta a tierra.

380-13. Desconectores aisladores

a) Desconectores aisladores. Los desconectores de cuchilla de más de 1 200 A nominales a 250 V o menos y de más de 600 A, a 251 V y hasta 600 V, se deben utilizar únicamente como aisladores y no se deben abrir con carga.

b) Para interrumpir corrientes eléctricas. Para interrumpir corrientes eléctricas mayores a 1 200 A, a 250 V nominales o menos, o de más de 600 A, a 251 V y hasta 600 V nominales, se debe utilizar un interruptor automático o un desconector de diseño especial aprobado y listado para ese fin.

c) Desconectores de uso general. Los desconectores de cuchilla de valores nominales menores a los especificados en los incisos (a) y (b) anteriores se deben considerar desconectores de uso general.

d) Medio de desconexión de circuitos de motores. Se permite que los medios de desconexión de circuitos de motores sean de tipo cuchilla.

380-14. Capacidad nominal y uso de los desconectores de uso general de acción rápida. Los desconectores de uso general de acción rápida se deben usar dentro de su capacidad y según se indica en los incisos siguientes.

NOTA 1: Para desconectores en circuitos de señales y de alumbrado de realce, véase 600-6.

NOTA 2: Para desconectores de circuitos de motores, véanse 430-83, 430-109 y 430-110.

a) Desconectores de acción rápida de uso general para c.a. Los desconectores de acción rápida de uso general solamente son adecuados para usarse en instalaciones de c.a. para controlar lo siguiente:

1) Cargas resistivas e inductivas como lámparas de descarga, que no superen la capacidad nominal del desconector a la tensión eléctrica aplicada.

2) Cargas de lámparas con filamento de tungsteno que no superen la capacidad nominal del desconector a 120 V o 127 V.

3) Cargas de motores que no superen 80% de la capacidad nominal del desconector a la tensión eléctrica nominal.

b) Desconectores de acción rápida de uso general para c.a.-c.c. Los desconectores de acción rápida de uso general son adecuados para usarse en instalaciones de c.a. o c.c. para controlar lo siguiente:

1) Cargas resistivas que no superen la capacidad nominal del desconectador a la tensión eléctrica aplicada.

2) Cargas inductivas que no superen 50% de la capacidad nominal del desconectador a la tensión eléctrica aplicada. Los desconectadores clasificados por kW de potencia (CP) son adecuados para controlar cargas de motores a su capacidad nominal y tensión eléctrica aplicada.

3) Cargas de lámparas con filamento de tungsteno que no superen la capacidad nominal del desconectador a la tensión eléctrica aplicada, si son de clase "T".

c) Desconectadores de acción rápida de 347 V nominales de c.a. para usos específicos. Los desconectadores de acción rápida de 347 V nominales de c.a. deben estar aprobados y ser utilizados únicamente para lo siguiente:

1) Para cargas no inductivas que no sean lámparas con filamento de tungsteno, que no superen la capacidad y tensión eléctrica nominales del desconectador.

2) Para cargas inductivas que no superen la capacidad y tensión eléctrica nominales del desconectador. Cuando se establezcan condiciones o límites particulares de carga, se deben observar esas limitaciones con independencia de la corriente eléctrica nominal de la carga.

B. Especificaciones de construcción

380-15. Marcado. Los desconectadores deben ir marcados con su corriente y tensión eléctricas nominales y si la capacidad está expresada en unidades de potencia, debe marcarse la capacidad máxima para la cual están diseñados.

380-16. Desconectadores de cuchillas para 600 V. Todos los desconectadores de cuchillas para 600 V nominales y para corrientes eléctricas de apertura de más de 200 A, deben estar provistos de contactos auxiliares de tipo renovable, de tipo de interrupción instantánea o equivalente.

380-17. Desconectadores con fusibles. Un desconectador con fusibles no debe llevar los fusibles en paralelo, excepto lo que se permite en la Excepción de 240-8.

380-18. Espacio para doblez de cables. El espacio para doblez de cables que se exige en 380-3, debe cumplir las especificaciones de espacio de la Tabla 373-6(b) entre la pared del envolvente en el que van montadas las terminales de entrada y salida.

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

A. Disposiciones generales

384-1. Alcance. Este Artículo se refiere a:

(1) todos los tableros de distribución y tableros de alumbrado y control instalados para el control de circuitos de alumbrado y fuerza, y

(2) los tableros para carga de baterías alimentados desde circuitos de alumbrado o fuerza.

Excepción: Los tableros de distribución, tableros de alumbrado y control o partes de los mismos utilizados exclusivamente para controlar circuitos de señales alimentados por baterías, no se incluyen en el alcance de este Artículo.

384-2. Otros Artículos aplicables. Los desconectadores, interruptores automáticos y dispositivos de protección contra sobrecorriente utilizados en los tableros de distribución, tableros de alumbrado y control y sus envolventes, deben cumplir lo establecido en este Artículo y además los requisitos de los Artículos 240, 250, 370, 373, 380 y otros aplicables. Los tableros de distribución y tableros de alumbrado y control instalados en áreas peligrosas (clasificadas), deben cumplir los requisitos indicados en los Artículos 500 a 517.

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 alumbrado 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 atraviesen 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.

B. Tableros de distribución

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 autosoportado o por el fondo de un envoltente similar, se debe dejar espacio suficiente para permitir la instalación de los conductores en dichos envolventes. Cuando el tubo (conduit) o canalizaciones entren 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 envoltente.

TABLA 384-10.- Espacio mínimo entre la parte menor de una envoltente 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.

384-12. Puesta a tierra de los instrumentos, relevadores, medidores y transformadores de instrumentos de los tableros de distribución. Los instrumentos, relevadores, medidores y transformadores de instrumentos instalados en los tableros de distribución se deben poner a tierra como se especifica en 250-121 a 250-125.

C. Tableros de alumbrado y control

384-13. Disposiciones generales. Todos los tableros de alumbrado y control deben tener parámetros nominales no menores a los mínimos del alimentador según la carga calculada, de acuerdo con lo establecido en el artículo 220. Los tableros de alumbrado y control deben estar marcados de forma duradera por el fabricante con su capacidad de conducción de corriente y tensión eléctrica nominales, el número de fases para los que están proyectados y el nombre del fabricante o marca comercial, de manera visible tras su instalación y sin que las marcas estorben la distribución o cableado interior. Todos los circuitos de un tablero de alumbrado y control y sus modificaciones, deben identificarse de manera legible en cuanto a su finalidad o uso, en un directorio situado en el frente de la puerta del panel gabinete o en su interior.

Nota: Para otros requisitos, véase 110-22.

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) Desconectores de uso general de acción rápida de 30 A nominales o menos. Los tableros de alumbrado y control equipados con interruptores de sorteo 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 de 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.

384-17. 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.

384-19. Posición relativa de los fusibles y desconectores. En los tableros de alumbrado y control, los fusibles de cualquier tipo deben instalarse en el lado de la carga de cualquier tipo de desconector.

Excepción: Lo que se establece en 230-94 para equipo de acometida.

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.

D. Especificaciones de construcción

384-30. Paneles. Los paneles de los tableros de distribución deben ser de material no combustible y resistente a la humedad.

384-31. Barras colectoras. Las barras colectoras aisladas o desnudas deben estar rígidamente montadas.

384-32. Protección de los circuitos de instrumentos. Los instrumentos, luces piloto, transformadores y otros dispositivos de los tableros de distribución que puedan tener devanados deben estar alimentados por un circuito que esté protegido por dispositivos de sobrecorriente de 15 A nominales o menos.

Excepción 1: Se permite instalar dispositivos de sobrecorriente de más de 15 A cuando la interrupción del circuito pueda crear riesgo. Debe instalarse protección contra cortocircuito.

Excepción 2: Para corriente eléctrica nominal de 2 A o menor se permiten tipos especiales de fusibles del tipo encapsulado.

384-33. Requisitos de los componentes. Los desconectadores, fusibles y portafusibles utilizados en los tableros de alumbrado y control deben cumplir los requisitos aplicables de los artículos 240 y 380.

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 doblado 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 doblado 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 exista 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).

384-36. Separaciones mínimas. La separación mínima entre las partes metálicas desnudas, barras colectoras, etcétera, no debe ser menor que lo especificado en la Tabla 384-36.

Donde la proximidad no cause un calentamiento excesivo, se permite que partes con la misma polaridad como desconectadores, fusibles en portafusibles, etcétera, estén instaladas juntas, tan cerca que permita una correcta operación.

TABLA 384-36.- Separación mínima entre piezas de metal desnudas, en cm

	Polaridad inversa cuando están montadas en la misma superficie	Polaridad inversa cuando están al aire libre	Entre las partes vivas y tierra*
No más de 127 V nominales	2,0	1,5	1,5
No más de 250 V nominales	3,5	2,0	1,5
No más de 600 V nominales	5,5	2,5	2,5

* Para la separación entre partes vivas (portadoras de corriente eléctrica) y puertas de los gabinetes, véase 373-11(a) (1), (2) y (3).

**4.4 EQUIPOS DE USO GENERAL
CAPITULO 4****ARTICULO 400-CABLES Y CORDONES FLEXIBLES****A. Disposiciones generales**

400-1. Alcance. Este artículo cubre las disposiciones generales, usos y especificaciones de construcción de cables flexibles y de cordones flexibles.

400-2. Otros Artículos. Los cables y cordones flexibles deben cumplir lo establecido en este artículo y las disposiciones aplicables de los demás de esta Norma.

400-3. Uso. Los cables y cordones flexibles y sus accesorios deben ser adecuados para las condiciones de uso e instalación.

400-4. Tipos. Los cables y cordones flexibles deben estar de acuerdo con la descripción de la Tabla 400-4. Los tipos de cables y cordones flexibles que no aparezcan indicados en esa Tabla, deben someterse a investigación especial.

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.

TABLA 400-4.- Cordones y cables flexibles

Nombre Comercial	Tipo de cordón o cable	Número de conductores	Aislamiento	Tamaño o Designación		Esesor de aislamiento nominal	Malla sobre cada conductor	Material de la cubierta exterior	Uso		
				mm ²	AWG kcmil	mm					
Cable para elevador	E	2 o más	Termofijo	0,519-1,31 2,08-3,30 5,26 8,37-33,6	20-16 14-12 10 8-2	0,51 0,76 1,14 1,52	Algodón Cubierta flexible de nylon	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)	
Cable para elevador	EO	2 o más	Termofijo	0,519-1,31 2,08-3,30 5,26 8,37-33,6	20-16 14-12 10 8-2	0,51 0,76 1,14 1,52	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)	
	ETP	2 o más	Termoplástico	0,519-1,31 2,08-3,30 5,26 8,37-33,6	20-16 14-12 10 8-2	0,51 0,76 1,14 1,52	Rayón	Una de algodón o equivalente y una cubierta termo-plástica	En áreas peligrosas clasificadas		
									No	Termofijo resistente al aceite	Portátil y uso extrarrudo
Cable de energía portátil	G	2 a 6 más conductores de tierra	Termofijo	8,37-33,6 42,4-107 127-253	8-2 1-4/0 250-500	1,52 2,03 2,41		Termofijo resistente al aceite	Portátil y uso extrarrudo		
	G-GC	3 a 6 más conductores de tierra y un conductor de tierra para verificar	Termofijo	3,31 - 33,6 42,4 - 107 127 - 253	12 - 2 1 - 4/0 250 - 500	1,52 2,03 2,41		Termofijo resistente al aceite			
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 2,41	No	Termofijo resistente al aceite	Portátil	En lugares secos y húmedos	No para uso rudo
Cordones para calentador con cubierta termofija	HSJ	2, 3 o 4	Termofijo	0,824-1,31	18-16	0,76	No	Algodón y Termofijo	Portátil o calentador portátil	En lugares húmedos	Para uso rudo
	HSJO		Termofijo resistente al aceite	2,08-1,31	14-16	1,14		Algodón y Termofijo resistente al aceite			Para uso rudo
	HSJOO		Termofijo resistente al aceite	0,824-3,30	18 - 12						
Cordones paralelos no integrados	NISP-1	2 o 3	Termofijo	0,519-0,824	20-18	0,38	No	Termofijo	Colgantes o portátiles	Lugares húmedos	No para uso rudo
	NISP-2			0,824-1,31	18-16	0,76					
	NISPE-1		Elastómero termoplástico	0,519-0,824	20-18	0,38					
	NISPE-2			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 kcmil	mm					
	NISPT-1		Termoplástico	0,519-0,824	20-18	0,38		Termoplástico			
	NISPT-2			0,824-1,31	18-16	0,76					
Cable de energía flexible para escenarios e iluminación	SC	1 o más	Termofijo	8,37-33,6 42,4-107 127	8-2 1-4/0 250	1,52 2,03 2,41	No	Termofijo	Portátil y uso extra-rudo		
	SCE	1 o más	Elastómero Termoplástico	8,37-33,6 42,4-107 127	8-2 1-4/0 250	1,52 2,03 2,41		Elastómero termoplástico	Portátil y uso extra-rudo		
	SCT	1 o más	Termoplástico	8,37-33,6 42,4-107 127	8-2 1-4/0 250	1,52 2,03 2,41		Termoplástico	Portátil y uso extrarrudo		
Cordón uso Rudo	SJ	2 o más	Termofijo	0,824-3,31	18-12	0,76	No	Termofijo	Colgante o portátil	En lugares secos y húmedos	Uso rudo
	SJO	2 o más	Termofijo	0,824-3,31 5,26	18-12 10	0,76 1,14		Termofijo resistente al aceite	Colgante o portátil	En lugares secos y húmedos	Uso rudo
	SJT	2 o más	Termoplástico	0,824-3,31 5,26	18-12 10	0,76 1,14		Termoplástico	Colgante o portátil	En lugares secos y húmedos	Uso rudo
	SJTW	2 o más	Termoplástico	0,824-3,31 5,26	18-12 10	0,76 1,14		Termoplástico resistente al aceite	Colgante o portátil	En lugares secos y húmedos	Uso rudo en interiores y exteriores
	SJTO	2 o más	Termoplástico	0,824-3,31	18-12	0,76					
Cordón uso extra rudo	SO	2 o más	Termofijo	0,824-1,31 2,08-5,26 8,37-33,6	18-16 14-10 8-2	0,76 1,14 1,52	No	Termofijo resistente al aceite	Colgante o portátil	En lugares secos y húmedos	Uso extrarrudo
Cordón paralelo termofijo	SP-1	2 o 3	Termofijo	0,519-0,824	20-18	0,76	No	Termofijo	Colgante o portátil	En lugares secos y húmedos	No para uso rudo
	SP-2			0,824-1,31	18-16	1,14					
	SP-3			0,824-1,31 2,08 3,31 5,26	18-16 14 12 10	1,52 2,03 2,41 2,80					
Cordón uso extra rudo	ST	2 o más	Termoplástico	0,824-1,31 2,08-5,26 8,37-33,6	18-16 14-10 8-2	0,76 1,14 1,52	No	Termoplástico	Colgante o portátil	En lugares secos y húmedos	Uso extra-rudo
	STW	2 o más	Termoplástico	0,824-1,31 2,08-5,26 8,37-33,6	18-16 14-10 8-2	0,76 1,14 1,52		Termoplástico	Colgante o portátil	En lugares secos y húmedos	Uso extrarrudo en interiores y exteriores
Cordón paralelo plástico	SPT-O	2	Termoplástico	0,325	22	0,64	No	Termoplástico	Colgante o Portátil	En lugares secos y húmedos	No para uso rudo
	SPT-1	2 o 3	Termoplástico	0,519-824	20-18	0,76			Refrigeradores, aparatos de aire	En lugares secos y húmedos	No para uso rudo

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 kcmil	mm					
	SPT-2	2 o 3	Termoplástico	0,824-1,31	18-16	1,14			acondicionado y aparatos electrodomésticos como se permite en la sección 422-8(d)		
	SPT-3	2 o 3	Termoplástico	0,824-1,31 2,08 3,30 5,26	18-16 14 12 10	1,52 2,03 2,41 2,79					
Cable para estufa o secadora	SRD	3 o 4	Termofijo	5,26-21,2	10-4	1,14	No	Termofijo	Portátil	En lugares húmedos	Estufas, secadoras
	SRDE	3 o 4	Elastómero termoplástico	5,26-21,2	10-4			Elastómero termoplástico			
	SRDT	3 o 4	Termoplástico	5,26-21,2	10-4			Termoplástico			
Cordón para aspiradora	SVO	2 o 3	Termofijo	0,824-1,31	18-16	0,38	No	Termofijo resistente al aceite	Colgante o Portátil	En lugares húmedos	No para uso rudo
	SVT	2 o 3	Termoplástico	0,824-1,31	18-16	0,38		Termoplástico			
	SVTO	2 o 3	Termoplástico	0,824-1,31	18-16	0,38		Termoplástico resistente al aceite			
Cordón tinsel paralelo	TPT	2	Termoplástico	0,1	27	0,76	No	Termoplástico	Conectado a un artefacto	Lugares húmedos	No para uso rudo
Cordón tinsel con cubierta	TS	2	Termofijo	0,1	27	0,38	No	Termofijo	Conectado a un artefacto	Lugares húmedos	No para uso rudo
	TST		Termoplástico								
Cable portátil de potencia	W	1 a 6	Termofijo	8,37-33,6 42,4-107 127-253	8-2 1-4/0 250 500	1,52 2,03 2,41		Termofijo resistente al aceite	Portátil y uso extrarrudo		
Cable para vehículos eléctricos	EV	2 o más y conductor (es) de puesta a tierra, más cables de datos híbridos, señales, comunicaciones y fibra óptica, opcionales	Termofijo con nylon opcional	0,824-1,31 2,08-5,26 8,37-33,6 42,4-107 127-253	18-16 14-10 8-2 1-4/0 250-500	0,76(0,51) 1,14(0,76) 1,52(1,14) 2,03(1,52) 2,41(1,90)	Opcional	Termofijo	Carga de vehículos eléctricos	Lugares mojados	Trabajo extra pesado
				0,824-3,31	18-12	0,76(0,51)					Trabajo pesado
	EVE		Elastómero termoplástico con nylon opcional	0,824-1,31 2,08-5,26 8,37-33,6 42,4-107 127-253	18-16 14-10 8-2 1-4/0 250-500	0,76(0,51) 1,14(0,76) 1,52(1,14) 2,03(1,2) 2,41(1,90)		Elastómero termoplástico			Trabajo extra pesado
				0,824-3,31	18-12	0,76(0,51)					Trabajo pesado
Cable para	EVT	2 o más y	Termoplástico	0,824-1,31	18-16	0,7(0,51)	Opcional	Termoplástico	Carga de	Lugares mojados	Trabajo extra pesado

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 kcmil	mm				
vehículos eléctricos	EVJT	conductor(es) de puesta a tierra, más cables de datos híbridos, señales, comunicaciones y fibra óptica, opcionales	con nylon opcional	2,08-5,26	14-10	1,14(0,76)			vehículos eléctricos	Trabajo pesado
				8,37-33,6	8-2	1,52(1,14)				
				42,4-107	1-4/0	2,03(1,52)				
				127-253	250-500	2,41(1,90)				
				0,824-3,31	18-12	0,76(0,51)				

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 reunion 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 ensamble 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 exceda 300 V, pero no exceda 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 Designación		Tipo TS con term endurecido	Tipos E, EO, SJ, SJO, SJOO, SO, SP-1, SP-2, SP-3 SRD, SV, SVO, y con termofijo		Tipos HPN, HSJ, HSJO, HSJOO
		Tipos TPT y TST con termoplástico	Tipos ETP, ETT, SJT, SJTW SJTO, SJTOO, SP-1, SP-2, SP-3, SPT-0, SPT-1, SPT-2, SPT-3, ST, STW, SRDE, SRDT, STO, SVT, SVTO y STVOO con termoplástico		
mm ²	AWG		A#	B#	
0,1	27*	0,5	-	-	-
0,519	20	-	5**	***	-
0,824	18	-	7	10	10
-	17	-	-	--	13

1,31	16	-	10	13	15
2,08	14	-	15	18	20
3,30	12	-	20	25	30
5,26	10	-	25	30	35
8,37	8	-	35	40	-
13,3	6	-	45	55	-
21,2	4	-	60	70	-
33,6	2	-	80	95	-

* 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								
		60°C			75°C			90°C		
mm ²	AWG kcmil	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.

400-6. Marcado

a) Marcado normal. Los cables y cordones flexibles se deben marcar por medio de una etiqueta impresa sujeta al carrete o a la caja. La etiqueta debe contener la información que se exige en 310-11(a).

Los cordones flexibles de tipo SC, SCE, SCT, SJT, SJO, SO, ST y los cables flexibles tipo G y W deben marcarse en forma legible y permanente en su superficie exterior a intervalos que no excedan de 0,3 m con el tipo con designación, tamaño nominal y cantidad de conductores.

b) Marcado opcional. Se permite que los cables y cordones flexibles indicados en la Tabla 400-4 se marquen en su superficie indicando las características especiales de los materiales del cable.

Nota: Estas marcas pueden ser, entre otras, "LS" para los cables con producción limitada de humo; "resistente a la luz del sol", etcétera.

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 tienen una trayectoria a través de un orificio en la pared, techos estructurales, techos suspendidos o techos inclinados o pisos;

(3) cuando atraviesen 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 $0,824 \text{ mm}^2$ (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.

B. Especificaciones de construcción

400-20. Etiquetas. Los cables y cordones flexibles deben ser probados en fábrica y etiquetados en consecuencia, antes de empacarlos.

400-21. Espesor nominal del aislamiento. El espesor nominal del aislamiento de los conductores de cables y cordones flexibles no debe ser inferior al establecido en la Tabla 400-4.

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).

C. Cables portátiles de tensión eléctrica nominal mayor que 600 V

400-30. Alcance. Esta parte del artículo 400, se aplica a los cables multiconductores portátiles utilizados para conectar equipo móvil y maquinaria.

400-31. Construcción

a) Conductores. Los conductores deben ser de cobre de tamaño nominal de $8,37 \text{ mm}^2$ (8 AWG) o mayores y deben ser de cableado flexible.

b) Pantalla. Los cables que operen a más de 2 000 V deben tener pantalla, que tiene por finalidad limitar los esfuerzos de tensión eléctrica dentro del aislamiento.

c) Conductor de puesta a tierra de equipo. Deben tener un conductor o conductores de puesta a tierra de equipo. El tamaño nominal no debe ser menor que el del conductor requerido en 250-95.

400-32. Pantalla puesta a tierra. Todas las pantallas deben ponerse a tierra.

400-33. Puesta a tierra. Los conductores de puesta a tierra se deben conectar según lo establecido en el Artículo 250, parte K.

400-34. Radio mínimo de curvatura. El radio mínimo de curvatura para los cables portátiles, durante la instalación y manejo en servicio debe ser el adecuado para prevenir daños al cable.

400-35. Accesorios. Los medios de conexión que se utilicen para conectar tramos de cable, deben estar diseñados de tal modo que contengan un seguro que los mantenga firmemente unidos. Deben tomarse las precauciones para prevenir la apertura o cierre de estas conexiones mientras estén energizados. Debe utilizarse algún dispositivo disponible para eliminar la tensión mecánica en los medios de conexión y en las terminales.

400-36. Empalmes y terminales. Los cables portátiles no deben contener empalmes, excepto si son de tipo moldeado permanente o vulcanizado, según como se establece en 110-14(b). Las terminales de los cables portátiles de más de 600 V nominales deben ser accesibles únicamente a personal calificado.

ARTICULO 402 – CABLES PARA ARTEFACTOS

402-1. Alcance. Este artículo se refiere a los requisitos generales y a las especificaciones de construcción de los cables para artefactos.

402-2. Otros Artículos. Los cables para artefactos deben cumplir lo establecido en este artículo y en las disposiciones aplicables de los demás artículos de esta Norma.

NOTA: Para aplicaciones en luminarios, véase el artículo 410.

402-3. Tipos. Los cables para artefactos deben ser de un tipo indicado en la Tabla 402-3 y cumplir con los demás requisitos de la misma. Si no se indica otra cosa, los cables para artefactos de la Tabla 402-3 son adecuados todos para tensión eléctrica de 600 V nominales, a menos que se indique otra cosa.

Nota: Los aislamientos termoplásticos pueden ponerse rígidos a temperaturas menores a -10°C , por lo que se debe tener cuidado cuando se instalen a esas temperaturas. Los aislamientos termoplásticos pueden deformarse a temperaturas normales si están sometidos a presión, por lo que se debe tener cuidado al instalarlos, especialmente en los puntos de apoyo.

TABLA 402-3.- Alambres para artefactos

Nombre genérico	Tipo de alambre para artefactos	Aislamiento	Tamaño o Designación		Espesor de aislamiento nominal, mm	Cubierta exterior	Temperatura máxima de operación	Uso
			mm ²	AWG				
Alambres para artefactos con aislamiento de silicón con conductor sólido o cable 7 hilos	SF-1	Hule silicón	0,824	(18)	0,38	Cubierta no metálica	200 °C	Alambrado de artefactos limitado a 300 V
	SF-2		0,824 a 2,08	(18 a 14)	0,76			Alambrado de artefactos
Alambres para artefactos con aislamiento de silicón cableado flexible	SFF-1	Hule Silicón	0,824	(18)	0,38	Cubierta no metálica	150 °C	Alambrado de artefactos limitado a 300 V
	SFF-2		0,824 a 2,08	(18 a 14)	0,76			Alambrado de artefactos
Alambres para artefactos con aislamiento termoplástico con conductor sólido o cable 7 hilos	TF*	Termoplástico	0,824 a 1,31	(18 a 16)	0,76	No	60 °C	Alambrado de artefactos
Alambres para artefactos con aislamiento termoplástico cableado flexible	TFF*	Termoplástico	0,824 a 1,31	(18 a 16)	0,76	No	60 °C	Alambrado de artefactos
Alambres para artefactos con aislamiento termoplástico resistente al calor con conductor sólido o cable 7 hilos	TFN*	Termoplástico	0,824 a 1,31	(18 a 16)	0,38	Cubierta de nylon o equivalente	90 °C	Alambrado de artefactos
Alambres para	TFFN*	Termoplástico	0,824 a	(18 a	0,38	Cubierta	90 °C	Alambrado

artefactos con aislamiento termoplástico resistente al calor cableado flexible			1,31	16)		de nylon o equivalente		de artefactos
--	--	--	------	-----	--	------------------------	--	---------------

* Los aislamientos y la cubierta exterior que están aprobados como no propagadores de incendio, baja emisión de humo y gas ácido, pueden identificarse con el sufijo "LS".

402-5. Capacidad de conducción de corriente admisible de los cables de artefactos. En la Tabla 402-5 se especifica la capacidad de conducción de corriente admisible de los cables de artefactos.

No debe utilizarse ningún conductor en condiciones tales que su temperatura supere la especificada en la Tabla 402-3 para el tipo de aislamiento indicado.

Nota: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

TABLA 402-5.- Capacidad de conducción de corriente admisible de los cables para artefactos eléctricos

Tamaño o designación mm ² (AWG)	Capacidad de conducción de corriente permisible (A)
0,824 (18)	6
1,31 (16)	8
2,08 (14)	17
3,31 (12)	23
5,26 (10)	28

402-6. Tamaño nominal mínimo. Los cables de artefactos no deben ser de tamaño nominal menor que 0,824 mm² (18 AWG).

402-7. Cantidad de conductores en tubo (conduit). La cantidad de cables de artefactos permitidos en tubo (conduit) no debe superar el factor de relleno de la Tabla 10-1 del Capítulo 10.

402-8. Identificación del cable puesto a tierra. Un conductor de un cable de artefactos que esté proyectado para utilizarlo como conductor puesto a tierra, se debe identificar mediante franjas o por los medios descritos en los incisos (a) a (e) de 400-22.

402-9. Marcado

a) Información necesaria. Todos los cables de artefactos deben marcarse con la información exigida en 310-11(a).

b) Método de marcado. Los cables de aparatos con aislamiento termoplástico deben marcarse de modo duradero en su superficie a intervalos no mayores de 60 cm; todos los demás cables de artefactos deben marcarse por medio de una etiqueta impresa pegada al rollo, carrete o caja.

c) Marcas opcionales. Se permite que los cables y cordones flexibles indicados en la Tabla 400-4 vayan marcados en su superficie indicando las características especiales de los materiales del cable.

Nota: Estas marcas pueden ser, entre otras, "LS" o "SR" resistente a los rayos solares, etc.

402-10. Usos permitidos. Se permite usar los cables de artefactos:

(1) en instalaciones de luminarios y equipos similares cuando estén encerrados o protegidos y no sean sometidos a dobleces o torsiones durante su uso.

(2) para conectar los luminarios a los conductores del circuito derivado del que reciben la corriente.

402-11. Usos no permitidos. Los cables para artefactos no deben usarse como conductores de circuitos derivados.

Excepción: Como se permite en 725-27 para circuitos de Clase 1 y en 760-27 para circuitos de alarma contra incendios.

402-12. Protección contra sobrecorriente. Los cables de artefactos deben estar protegidos contra sobrecorriente, según lo especificado en 240-4.

ARTICULO 410-LUMINARIOS, PORTALAMPARAS, LAMPARAS Y RECEPTACULOS**A. Disposiciones generales**

410-1. Alcance. Este artículo cubre los requisitos de los luminarios, portalámparas, colgantes, receptáculos, lámparas incandescentes, lámparas de arco, lámparas de descarga y de los cableados y equipo que forme parte de las lámparas, luminarios e instalaciones de alumbrado.

NOTA: Ver definición de "Luminario" en el artículo 100.

410-2. Aplicación de otros Artículos. Los luminarios que se utilicen en áreas peligrosas (clasificadas) deben cumplir lo establecido en los artículos 500 a 517. Las instalaciones de alumbrado que funcionen a 30 V o menos deben cumplir lo establecido en el artículo 411. Las lámparas de arco utilizadas en los teatros deben cumplir con lo establecido en 520-61 y las utilizadas en equipos de proyección deben cumplir con 540-20. Las lámparas de arco utilizadas en sistemas de c.c. deben cumplir los requisitos generales del artículo 710.

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 desconectores, 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 contruidos, 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 desconectador 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 luminario incandescente montado en la superficie o empotrado y con la lámpara completamente encerrada.

2) Una luminario 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.

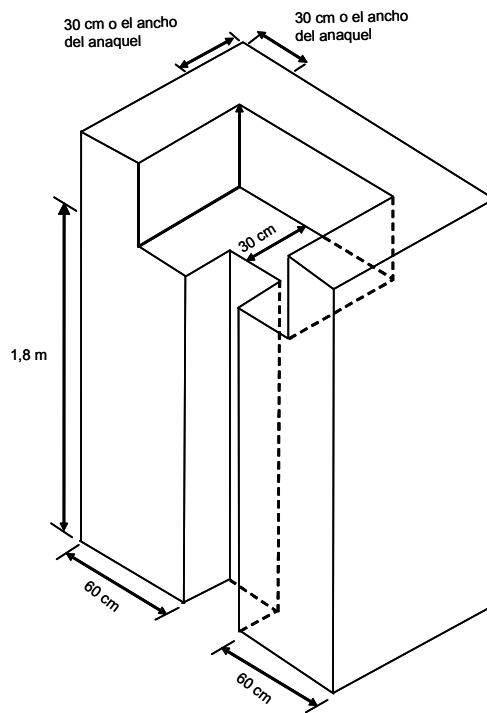


FIGURA 410-8.- Espacio de almacenamiento del clóset

(Continúa en la Cuarta Sección)

CUARTA SECCION

SECRETARIA DE ENERGIA

(Viene de la Tercera Sección)

410-9. Alumbrado en nichos. Los nichos deben tener un espacio adecuado y estar situados de modo que las lámparas y su equipo se puedan instalar y mantener adecuadamente.

C. Cajas de salida, tapas y cubiertas ornamentales para luminarios

410-10. Espacio para los conductores. En conjunto, las cubiertas ornamentales de luminarios y cajas de salida, deben dejar un espacio adecuado para instalar adecuadamente los conductores de los luminarios y sus dispositivos de conexión.

410-11. Límites de temperatura de los conductores en las cajas de salida. Los luminarios deben estar contruidos e instalados de manera que los conductores en las cajas de salida no estén expuestos a temperaturas superiores a su temperatura nominal.

Los cables de un circuito derivado no deben pasar a través de una caja de salida que forme parte integrante de una luminario incandescente, excepto si el luminario está aprobado e identificado para que pasen cables a través del mismo.

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.

410-14. Conexión de los luminarios de descarga eléctrica

a) Independientemente de las cajas de salida. Cuando los luminarios de descarga eléctrica estén soportados independientemente de la caja registro de salida, se deben conectar a través de canalizaciones metálicas, canalizaciones no metálicas, cables de tipo MC, AC o MI o cables con recubrimiento no metálico.

Excepción: Se permiten luminarios conectados con cordón, como se establece en 410-30 (b) y (c).

b) Acceso a las cajas. Los luminarios de descarga eléctrica montados en superficies ocultas sobre cajas de registro, de jalado, salida, o empalme, deben instalarse con aberturas adecuadas en la parte posterior del equipo de alumbrado que permita el acceso a las cajas.

D. Soportes de luminarios

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 alambrear 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 alambrear 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.

410-16. 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).

E. Puesta a tierra

410-17. **Condiciones generales.** Los luminarios y los equipos de iluminación deben ponerse a tierra de acuerdo con lo que establece el artículo 250 y en esta Parte E del artículo 410.

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 conductoras 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.

b) 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.

F. Alambrado de los luminarios

410-22. Requisitos generales. El cableado en o dentro de los luminarios debe estar acomodado ordenadamente y no estar expuesto a daño físico. Debe evitarse el exceso de cables. Los conductores deben estar colocados de manera que no estén sujetos a temperaturas superiores a su temperatura nominal de operación.

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.

410-29. 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.

410-30. 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.

3) 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.

410-31. Uso de los luminarios como canalizaciones. Los luminarios no se deben usar como canalizaciones de los conductores del circuito.

Excepción 1: Los luminarios listados para usarlas como canalizaciones.

Excepción 2: Se permite que los luminarios diseñados para montarse pegados uno al otro de forma que constituyan una canalización continua, o los luminarios conectados mediante métodos de instalación aprobados, se utilicen para el paso de conductores de circuitos derivados de dos hilos o multiconductores que alimenten a dichos equipos.

Excepción 3: Se permite pasar a través de los luminarios un circuito adicional de dos hilos que alimente a uno o más de los luminarios conectados como se describe en la Excepción 2.

Nota: Para la definición de circuito derivado multiconductor, véase el artículo 100.

Los conductores del circuito derivado que estén situados a una distancia no inferior de 80 mm del balastro dentro del compartimento del balastro, deben tener una temperatura nominal de aislamiento no inferior a 90°C, como los de tipo RHH, THW, THHN, THHW, FEP, FEPB, SA y XHHW.

G. Construcción de los luminarios

410-34. Pantallas y gabinetes combustibles. Debe quedar un espacio de aire adecuado entre las lámparas y las pantallas u otros gabinetes de material combustible.

410-35. Valores nominales de los luminarios

a) Marcado. Todos los luminarios que funcionen con balastos o transformadores deben estar claramente marcados con sus parámetros eléctricos nominales y el nombre del fabricante, marca comercial u otro medio adecuado de identificación y deben estar aprobados (véase 110-2). Un aparato cuyo cable de alimentación tenga que soportar una temperatura nominal superior a 90°C, debe indicarlo así con letras de 6 mm de alto, situadas en un lugar prominente tanto en el aparato como en su empaque o equivalente.

b) Valores eléctricos. Los valores eléctricos nominales deben incluir la tensión eléctrica y la frecuencia, así como la capacidad nominal de la unidad, incluido el balastro, transformador o autotransformador.

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) Desconectores en las cubiertas ornamentales. No se deben instalar desconectores 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 desconectores 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 desconector 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.

Las medidas anteriores se refieren a cubiertas ornamentales ya acabadas.

410-39. Espacio para los cables. El cuerpo de los luminarios, incluidas las lámparas portátiles, debe tener un espacio amplio para empalmes y conexiones y para la instalación de accesorios. El espacio donde se hagan los empalmes debe ser de material no absorbente y no combustible.

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 a 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.

H. Instalación de portalámparas

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.

I. Construcción de los portalámparas

410-50. Aislamiento. La caja metálica exterior y la cubierta de los portalámparas deben estar forradas de material aislante que evite que esas piezas formen parte del circuito. El forro no debe extenderse más de ,2 mm de la parte metálica, pero debe evitar que cualquier parte activa de la base de la lámpara quede expuesta cuando la lámpara esté instalada en el portalámparas.

410-51. Cables de conexión. Los cables de conexión que formen parte de los portalámparas a prueba de intemperie y que pueden quedar expuestos después de la instalación, deben llevar conductores cableados y con cubierta de hule, aprobados, de tamaño nominal no inferior a 2,08 mm² (14 AWG) y deben sellarse durante la instalación o hacerlos herméticos a la lluvia por cualquier otro medio.

Excepción: Se permite utilizar conductores de tamaño nominal de 0,824 mm² (18 AWG), con cubierta de hule para bases de candelabros.

410-52. Portalámparas con desconectores. Los portalámparas con desconector deben estar contruidos de manera que el mecanismo interrumpa la conexión eléctrica con el contacto central. El mecanismo desconector debe permitir interrumpir la conexión eléctrica al casquillo, si simultáneamente se interrumpe la conexión con el contacto central.

J. Lámparas y equipos auxiliares

410-53. Bases, lámparas incandescentes. Las lámparas incandescentes de uso general en circuitos derivados de alumbrado, no deben estar equipadas con un casquillo tipo medio si son de capacidad nominal mayor que 300 W, ni con un casquillo de una base tipo mogul si son de capacidad nominal mayor que 1 500 W. Para lámparas de más de 1 500 W se debe utilizar casquillos especiales u otros dispositivos.

410-54. Equipo auxiliar de las lámparas de descarga eléctrica

a) **Envolventes.** El equipo auxiliar de las lámparas de descarga debe ir encerrado en envolventes no combustibles y se deben considerar como fuentes de calor.

b) **Desconectores.** Cuando se alimenten de un circuito por medio de cables sin conductor conectado a tierra, el desconector del equipo auxiliar debe desconectar simultáneamente todos los conductores.

K. Receptáculos, conector con cordón y clavijas**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 envoltente.

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 rígidamente 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 contruidos 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 contruidas 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 sobrepuestas.** Los receptáculos instalados en tapas sobrepuestas no se deben sujetar únicamente con un solo tornillo.

Excepción: Los dispositivos, conjuntos o tapas aprobados e identificados para ese uso.

410-57. 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 envoltente 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.

410-58. 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 410-58.- 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.

L. Disposiciones especiales para luminarios empotrables y de montaje a nivel de superficie

410-64. Requisitos generales. La instalación de luminarios empotrados en techos o paredes debe cumplir lo establecido en 410-65 hasta 410-72.

410-65. Temperatura

a) Materiales combustibles. Los luminarios deben instalarse de modo que los materiales combustibles adyacentes a las mismas no estén expuestos a temperaturas superiores a 90°C.

b) Construcción resistente al fuego. Cuando se empotre un luminario en un material resistente al fuego en un edificio o en una construcción resistente al fuego, se debe considerar que es aceptable una temperatura superior a 90°C pero no superior a 150°C, si el luminario está claramente marcado como listado para esa aplicación.

c) Luminarios incandescentes empotrados. Los luminarios incandescentes deben tener protección térmica y estar aprobados e identificados como protegidos térmicamente.

Excepción 1: Los luminarios con lámparas incandescentes empotradas en concreto, aprobadas e identificadas para ese uso.

Excepción 2: Los luminarios con lámparas incandescentes empotradas, aprobadas e identificadas de forma que por su diseño y construcción, ofrezcan un comportamiento equivalente al de lámparas térmicamente protegidas y estén identificadas de ese modo.

410-66. Espaciamiento e instalación

a) Espaciamiento. Las partes empotradas de los gabinetes para luminarios que no estén en los puntos de apoyo, deben tener una separación mínima de 13 mm de los materiales combustibles.

Excepción: Los luminarios empotrados, aprobados e identificadas como adecuados para que su material aislante esté en contacto directo con el luminario.

b) Instalación. El aislante térmico no se debe instalar a menos de 8 cm del recinto donde vaya empotrado el equipo de alumbrado, compartimiento para cables o balastro, y no se debe instalar encima del equipo de alumbrado de modo que acumule el calor y evite la circulación libre de aire.

Excepción: Los luminarios empotrados, aprobados e identificados como adecuados para que su material aislante esté en contacto directo con el equipo.

410-67. Cableado

a) Requisitos generales. Se deben utilizar conductores con un aislamiento adecuado para las temperaturas que se vayan a producir.

b) Conductores del circuito. Se permite que terminen dentro del equipo de alumbrado los conductores del circuito derivado que tengan un aislamiento adecuado para las temperaturas que se vayan a producir.

c) Conductores derivados. Se permite que conductores derivados de un tipo adecuado, para las temperaturas que se vayan a generar pasen desde la terminal de conexiones del luminario hasta una caja de salida situada al menos a una distancia de 30 cm del equipo. Los conductores derivados deben ir en una canalización adecuada o ser cable del tipo AC o MC, y tener como mínimo 45 cm de longitud y no mayor que 1,8 m.

M. Requisitos de construcción de luminarios empotrables y de montaje a nivel de superficie

410-68. Temperatura. Los luminarios deben instalarse de modo que los materiales combustibles adyacentes a los mismos no estén expuestos a temperaturas superiores a 90°C.

410-69. Cubiertas. Las cubiertas metálicas de los luminarios montados al ras o empotrados deben estar protegidos contra la corrosión y ser de un espesor nominal no inferior a 0,8 mm.

Excepción: Se permite que la tapa del compartimiento de los cables sea de material más delgado, siempre que esté instalada dentro de la cubierta de espesor nominal 0,8 mm y no sirva de apoyo a componentes activos de la instalación.

410-70. Marcado de la potencia de las lámparas. Los luminarios para lámparas incandescentes deben ir marcados con la potencia máxima de las lámparas que se permita instalar, en watts (W). Las marcas en el luminario deben ser permanentes y estar situadas de modo que sean visibles cuando se cambie la lámpara.

410-71. Prohibida la soldadura. Está prohibida la soldadura de baja fusión en los gabinetes de los luminarios.

410-72. Portalámparas. Los portalámparas con casquillo roscado deben ser de porcelana u otro material aislante adecuado. Si se utiliza cemento, debe ser de alta resistencia térmica.

N. Disposiciones especiales para sistemas de iluminación de descarga de 1 000 V o menos**410-73. Requisitos generales**

a) Tensión eléctrica de 1 000 V o menos en circuito abierto. Los equipos que se utilicen con sistemas eléctricos de descarga y diseñados para tensiones eléctricas de 1 000 V o menos en circuito abierto, deben ser de un tipo aprobado para ese uso.

b) Terminales energizadas. Las terminales de las lámparas de descarga se deben considerar energizadas cuando cualquier terminal de la lámpara esté conectada a un circuito de más de 300 V.

c) Transformadores en aceite. No se deben utilizar transformadores en aceite.

d) Requisitos adicionales. Además de cumplir los requisitos generales para luminarios, deben cumplir con la Parte P de este artículo.

e) Protección térmica. En las instalaciones interiores con alumbrado fluorescente, los balastos deben llevar protección térmica integral. Cuando se repongan los balastos, para todas las instalaciones fluorescentes en interiores deben llevar también protección térmica integral.

Excepción 1: Los luminarios para lámparas fluorescentes lineales con balastos de reactancia serie.

Excepción 2: Los balastos para uso en luces indicadoras de salidas e identificados para ello.

Excepción 3: Las luces indicadoras de salidas que se enciendan únicamente en caso de emergencia.

f) Luminarios de descarga de alta intensidad. Los luminarios de descarga de alta intensidad que se instalen empotradas, deben estar protegidos térmicamente e identificados así. Donde estos luminarios lleven un balastro remoto, tanto si están empotrados como si no lo están, el balastro debe estar también térmicamente protegido.

Excepción: Los luminarios de descarga de alta intensidad empotradas, aprobadas e identificadas para ese uso e instaladas en concreto.

Nota: La protección térmica que se exige en 410-73 puede lograrse también por medios distintos a protectores térmicos.

410-74. Luminarios de c.c. Los luminarios instalados en circuitos de c.c. deben ir dotados de equipos auxiliares y resistencias especialmente diseñadas para funcionar con c.c. y deben estar marcadas.

410-75. Luminarios con tensión eléctrica superior a 300 V en circuito abierto. Los equipos con una tensión eléctrica en circuito abierto superior a 300 V no se deben instalar en unidades de vivienda, a menos que estén diseñadas para ello y no presentan partes expuestas vivas cuando las lámparas se inserten, estén instaladas o se vayan a quitar.

410-76. Montaje de los luminarios

a) Con balastos expuestos. Los luminarios que tengan balastos o transformadores expuestos se deben instalar de manera que dichos balastos 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.

410-77. 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 balastos 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.

410-78. 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. Desconectores. Los desconectores 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

410-80. 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.

410-81. Control

a) Desconexión. Los luminarios o instalaciones de lámparas deben estar controladas individualmente o en grupos operables desde fuera mediante un interruptor automático o por medio de un desconector que abra simultáneamente todos los conductores energizados del primario.

b) Desconector instalado a la vista o con bloqueo. El medio de desconexión o el interruptor automático deben estar situados a la vista de los luminarios o de las lámparas o se permite localizarlos en cualquier lugar si cuentan con un medio para bloquearlos en la posición abierta.

410-82. 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.

410-84. 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).

410-86. 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.

410-88. Método de cableado de los conductores del secundario. Los conductores del secundario se deben instalar de acuerdo con lo establecido en 600-32.

410-89. 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.

410-91. Marcado. Cada luminario o cada circuito secundario que tenga una tensión eléctrica en circuito abierto de más de 1 000 V, debe tener una marca claramente legible con letras de tamaño no menor que 6 mm de alto, que indique: "Precaución,..... V". La tensión eléctrica indicada debe ser la nominal en circuito abierto.

410-92. Desconectores. Los desconectores de uso general de acción rápida deben cumplir lo establecido en 380-14.

P. Rieles de iluminación

410-100. Definición. Un riel de iluminación es un conjunto fabricado, diseñado para soportar mecánicamente y suministrar energía eléctrica a luminarios que puedan reemplazarse fácilmente del riel. Su longitud se puede alterar agregando o quitando secciones de riel.

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

411-1. Alcance. Este artículo cubre los sistemas de alumbrado que funcionen a 30 V o menos y sus componentes.

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. Áreas 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 422 – APARATOS ELECTRODOMESTICOS Y SIMILARES

A. Disposiciones generales

422-1. Alcance. Este artículo cubre los aparatos electrodomésticos y similares para uso comercial e industrial utilizados en cualquier edificio.

422-2. Partes vivas. Los aparatos electrodomésticos no deben tener partes vivas expuestas a contacto.

Excepción: Los tostadores, parrillas y otros aparatos eléctricos en los que las partes energizadas a alta temperatura tienen que estar necesariamente expuestas.

422-3. Otros Artículos. Todos los requisitos de esta Norma se aplican a los aparatos electrodomésticos y similares, en lo que corresponda. Los aparatos para utilizarse en áreas peligrosas (clasificadas) deben cumplir lo establecido en los artículos 500 a 517. Las disposiciones del artículo 430 se aplican a la instalación de aparatos operados con motor y los requisitos del artículo 440 se aplican a la instalación de unidades de refrigeración que contengan grupos motocompresores herméticos, excepto las disposiciones en contrario que este artículo establezca.

B. Requisitos de los circuitos derivados

422-4. Capacidad nominal de los circuitos derivados. Esta sección especifica la capacidad nominal de los circuitos derivados individuales capaces de suministrar energía a los aparatos sin sobrecalentarse bajo las condiciones especificadas. Esta sección no se aplica a los conductores que formen parte integrante de los aparatos.

a) Circuitos derivados individuales. La capacidad nominal de cada circuito derivado individual no debe ser menor que la capacidad nominal marcada en el aparato o a la capacidad nominal marcada en un aparato con cargas combinadas, como se requiere en 422-32.

Excepción 1: Cuando los aparatos operados con motor no tengan la capacidad nominal marcada, la capacidad del circuito derivado debe cumplir lo establecido en la parte D del artículo 430.

Excepción 2: Para aparatos operados sin motor y con carga continua, la capacidad nominal del circuito derivado no debe ser menor que 125% de la marcada; o no menor que 100% si el dispositivo conectado al circuito derivado está aprobado para funcionar de modo continuo a 100% de su carga nominal.

Excepción 3: Se permite que los circuitos derivados de aparatos electrodomésticos de cocina cumplan lo establecido en la Tabla 220-19.

b) Circuitos que suministran energía a dos o más cargas. El cálculo de la capacidad nominal de los circuitos derivados que suministren energía eléctrica a aparatos y a otras cargas, debe obtenerse de acuerdo con lo indicado en 210-23.

422-5. Protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados. Los circuitos derivados se deben proteger de acuerdo con lo indicado en 240-3.

Si en el aparato eléctrico está marcada la capacidad nominal del dispositivo de protección, la capacidad nominal del dispositivo de protección del circuito contra sobrecorriente no debe ser superior a la marcada en el aparato.

C. Instalación de los aparatos electrodomésticos

422-6. Requisitos. Todos los aparatos eléctricos deben instalarse de manera aprobada.

422-7. Equipo de calefacción central. El equipo de calefacción central distinto del equipo de calefacción eléctrica individual debe estar alimentado por un solo circuito derivado.

Excepción: Se permite que equipo auxiliar directamente asociado con equipo de calefacción, como las bombas, válvulas, humidificadores o ionizadores de aire, vaya conectado al mismo circuito derivado.

422-8. Cables flexibles

a) Cordones de calentadores. Todas las planchas eléctricas y aparatos eléctricos portátiles de calefacción de más de 50 W nominales conectados con un cordón con clavija y que puedan producir temperaturas superiores a 120°C en las superficies con las cuales es posible que el cordón se ponga en contacto, deberán llevar uno de los tipos de cables para calentadores indicados en la Tabla 400-4.

b) Otros aparatos eléctricos de calefacción. Todos los demás aparatos eléctricos de calefacción eléctricos con cordón y clavija se deben conectar por medio de uno de los tipos de cables indicados en la Tabla 400-4, elegido de acuerdo con el uso especificado en ésta.

c) Otros aparatos eléctricos. Se permite utilizar cordón flexible para:

(1) la conexión de aparatos eléctricos para facilitar su cambio frecuente o para evitar la transmisión de ruidos y vibraciones, o

(2) facilitar su desmontaje o desconexión de aparatos eléctricos fijos, cuando sus medios de sujeción y sus conexiones mecánicas estén específicamente diseñados para permitir su desmontaje rápido para mantenimiento o para reparación y el aparato eléctrico esté aprobado e identificado para conectarlo con cordón flexible.

d) Aparatos eléctricos específicos

1) Se permite que los trituradores de basura accionados eléctricamente estén conectados por medio de cordón flexible y clavija aprobados e identificados para ese uso, terminado en una clavija con terminal de puesta a tierra, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

- a. La longitud del cable no debe ser menor que 45 cm ni mayor que 90 cm.
- b. Los receptáculos deben estar instalados de modo que se evite daño físico al cordón flexible.
- c. El receptáculo debe estar accesible.

2) Se permite que los lavavajillas y los compactadores domésticos de basura accionados eléctricamente estén conectados por medio de cordón flexible y clavija aprobados e identificados para ese uso, terminado en una clavija terminal de puesta a tierra, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

- a. La longitud del cable no debe ser menor que 90 cm ni mayor que 1,2 m.
- b. Los receptáculos deben estar instalados de modo que se evite daño físico al cordón flexible.
- c. El receptáculo debe estar situado en el espacio ocupado por el aparato eléctrico o al lado del mismo.
- d. El receptáculo debe estar accesible.

Excepción: No es necesario que los trituradores, lavavajillas y compactadores de basura aprobados, que estén protegidos por un sistema de doble aislamiento o equivalente, estén puestos a tierra. Si se utiliza dicho sistema, los equipos deben estar claramente marcados.

3) Las máquinas de lavado por rocío a alta presión, conectadas con un cordón con clavija, deben estar provistas con un interruptor de circuito por falla a tierra instalado en fábrica, para la protección del personal. El interruptor de circuito por falla a tierra debe formar parte integral de la clavija de conexión o estar situado en el cable de alimentación, a menos de 30 cm de la clavija.

Excepción 1: Las máquinas de lavado por rocío a alta presión, para conexión trifásica.

Excepción 2: Las máquinas de lavado por rocío a alta presión de más de 250 V.

422-9. Calentadores por inmersión con cordón y clavija. Los calentadores eléctricos por inmersión conectados con cordón y clavija deben estar fabricados e instalados de manera que las partes energizadas queden protegidas eficazmente de contactos eléctricos con la sustancia en la que se sumergen.

422-10. Protección de los materiales combustibles. Cada aparato electrodoméstico calentado eléctricamente tal que por su tamaño, peso y servicio esté diseñado para colocarse en posición fija, se ubicará de forma que exista amplia protección entre él y los materiales combustibles adyacentes al mismo.

422-11. Soporte de los aparatos eléctricos conectados con cordón y clavija. Las planchas eléctricas y otros aparatos eléctricos de calefacción conectados con cordón y clavija y dispuestos para colocarse en contacto con materiales combustibles, deben estar equipados con un soporte aprobado que puede ser una parte independiente del equipo o puede formar parte del aparato eléctrico.

422-12. Señalización de los aparatos eléctricos de calefacción. Todos los aparatos eléctricos o grupos de aparatos eléctricos de calefacción utilizados en lugares no destinados a vivienda y que estén destinados para aplicarse a materiales combustibles, deben llevar una señalización.

Excepción: Si el aparato eléctrico lleva un limitador de temperatura integrado.

422-13. Planchas eléctricas. Las planchas eléctricas deben ir equipadas con un medio de limitación de temperatura identificado.

422-14. Calentadores de agua

a) Calentadores de agua de tipo instantáneo y con almacenamiento. Todos los calentadores de agua de tipo instantáneo y del tipo con almacenamiento deben ir equipados con un limitador de temperatura, además del termostato regulador, que permita desconectar todos los conductores de fase, y dichos medios deben:

(1) instalarse para sensar la temperatura máxima del agua y

(2) ser del tipo de disparo libre, de reposición manual o con elemento de reposición. Los calentadores de agua de este tipo deben llevar una marca que indique que es necesario instalar una válvula de temperatura y de alivio de presión.

Excepción: Los calentadores de agua para temperatura del agua de 80°C en adelante y de 60 kW de potencia en adelante, y aprobados para ese uso; y los calentadores de agua con capacidad de 4 L o menos y que estén aprobados para ese uso.

b) Calentadores de agua con almacenamiento. Un circuito derivado al que esté conectado un calentador de agua fijo con almacenamiento, con capacidad de 450 L o menos, debe tener una capacidad nominal no menor que 125% la capacidad nominal que aparezca en la placa de datos del calentador de agua.

Nota: Para dimensionar los circuitos derivados, véase la Excepción 2 de 422-4(a).

422-15. Aparatos eléctricos industriales de calefacción con lámparas infrarrojas

a) De 300 W o menos. Las lámparas infrarrojas de calefacción de 300 W nominales o menos se pueden utilizar con portalámparas de tipo de base media, del tipo de porcelana sin desconectador u otros tipos aprobados como adecuados para usarse con lámparas de calefacción con infrarrojos de 300 W nominales o menos.

b) Mayores de 300 W. No se deben usar portalámparas de casquillo roscado con lámparas infrarrojas de más de 300 W nominales.

Excepción: Los portalámparas aprobados e identificados para usarse con lámparas infrarrojas para calefacción de potencia nominal superior a 300 W.

c) Portalámparas. Se permite conectar portalámparas a cualquiera de los circuitos derivados descritos en el artículo 210 y, en edificios industriales, se permite operarlos en serie en circuitos de más de 150 V a tierra, siempre que la tensión eléctrica nominal del portalámparas no sea menor que la del circuito.

Cada sección, panel o franja que tenga instalado portalámparas infrarrojos (incluido su cableado interno) se debe considerar como un aparato eléctrico. La terminal de conexiones de cada conjunto se debe considerar como una toma de salida de corriente eléctrica individual.

422-16. Puesta a tierra. Los aparatos eléctricos que deben estar puestos a tierra de acuerdo con lo indicado en el artículo 250, deben tener sus partes metálicas no conductoras puestas a tierra de la manera especificada en el artículo 250.

Nota: Para la puesta a tierra de refrigeradores y congeladores, véanse 250-42, 250-43 y 250-45. Para la puesta a tierra de estufas eléctricas, hornos de pared, estufas montadas en cocinetas y secadoras de ropa, véanse 250-57 y 250-60.

422-17. Hornos de pared y cocinetas para mostrador

a) Conexión permitida con cordón y clavija o conectados permanentemente. Se permite que los hornos de pared y las estufas montadas en cocinetas, completas con sus accesorios para montaje y para hacer las conexiones eléctricas, estén conectados permanentemente o conectados por medio de cordón y clavija para facilitar su instalación o servicio.

b) Conector separable o combinación de receptáculo y clavija. Un conector separable o una combinación de receptáculo y clavija en el lado de suministro de los hornos de pared y estufas montadas en cocinetas:

- 1) No deben instalarse como el medio de desconexión que se exige en 422-20.
- 2) Deben estar aprobados para la temperatura del lugar donde estén instalados.

422-18. Soporte de los ventiladores de techo

a) Ventiladores de 16 kg o menos. Se permite que los ventiladores de techo, aprobados y listados que no excedan de 16 kg en masa, con o sin accesorios, estén soportados por cajas de salida de toma de corriente eléctrica aprobadas e identificadas para ese uso y sujetas según lo indicado en 370-23 y 370-27.

b) Ventiladores de techo de más de 16 kg. Los ventiladores de techo aprobados, que excedan 16 kg en peso, con o sin accesorios, deben estar soportados independientes de la caja de salida de conexión. Véase 370-23.

422-19. Otros métodos de instalación. Los aparatos eléctricos con métodos de instalación distintos a los cubiertos en este artículo, se permite usarlos sólo con permiso especial de la autoridad competente.

D. Control y protección de los aparatos eléctricos

422-20. Medios de desconexión. Los aparatos eléctricos deben llevar un medio de desconexión que desconecte al aparato de todos los conductores de fase, de acuerdo con lo indicado en la Parte D de este Artículo. Si un aparato eléctrico está alimentado por más de un circuito, los medios de desconexión se deben agrupar e identificar.

422-21. Desconexión de aparatos eléctricos conectados permanentemente

a) Para potencia nominal que no exceda 300 VA o 93,0 W (1/8 CP). En los aparatos eléctricos conectados permanentemente, que no excedan 300 VA o 93,0 W (1/8 CP), se permite utilizar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado como medio de desconexión.

b) Potencia nominal de más de 300 VA o 93,0 W (1/8 CP). En los aparatos eléctricos conectados permanentemente que tengan más de 300 VA o 93,0 W (1/8 CP), se permite utilizar, como medio de desconexión, el interruptor automático o el desconectador del circuito derivado, cuando dicho medio o interruptor automático esté a la vista desde el aparato eléctrico o se pueda bloquear en posición abierta.

NOTA 1: Para aparatos eléctricos con motor de más de 93,0 W (1/8 CP), véase 422-27.

NOTA 2: Para aparatos eléctricos con desconectores individuales, véase 422-25.

422-22. Aparatos eléctricos con desconexión por medio de cordón y clavija

a) Conector separable o clavija de conexión y receptáculo. En los aparatos eléctricos conectados por medio de cordón y clavija se permite que se utilice como medio de desconexión un conector separable accesible o un receptáculo y clavija accesibles. Cuando el conector o el receptáculo y clavija no sean accesibles, los aparatos de este tipo deben ir provistos de un medio de desconexión de acuerdo con lo indicado en 422-21.

b) Conexión en la base posterior de una estufa. En las estufas eléctricas domésticas, conectadas con cordón y clavija, se considera que una clavija y un receptáculo en la base posterior de la cocina cumplen con los requisitos indicados en 422-22(a), si son accesibles desde la parte delantera quitando un cajón.

c) Capacidad nominal. La capacidad nominal de un receptáculo o de un conector separable, no debe ser menor que la capacidad nominal de cualquier aparato eléctrico conectado a los mismos.

Excepción: Se permite aplicar los factores de demanda autorizados en otros Artículos de esta norma.

d) Requisitos de los conectores y las clavijas. Los conectores y las clavijas deben cumplir las siguientes disposiciones:

1) Partes vivas. Deben estar contruidos e instalados de modo que estén protegidos contra contactos accidentales con partes vivas.

2) Capacidad interruptiva. Deben ser capaces de interrumpir su corriente eléctrica nominal sin riesgo para las personas que los operen.

3) Intercambiabilidad. Deben estar diseñados de forma que no puedan entrar en receptáculos de menor capacidad nominal.

422-23. Polaridad en los aparatos eléctricos con cordón y clavija. Si el aparato eléctrico está provisto con un desconectador manual de un polo para conectarlo o desconectarlo de la red o a un portalámparas con casquillo roscado tipo Edison o a un receptáculo de 15 A o 20 A, la clavija debe ser de tipo polarizado con toma de tierra.

Excepción: Una rasuradora eléctrica listada que use una clavija de dos hilos, no polarizada, si no está provista de un portalámparas con base tipo Edison o con un receptáculo, de 15 A o 20 A.

NOTA: Para la polaridad de los portalámparas con base tipo Edison, véase 410-42(a).

422-24. Aparatos eléctricos con cordón y clavija sujetos a inmersión. Las unidades portátiles de hidromasaje, autosoportadas, y los secadores de pelo manuales deben estar contruidos de modo que provean protección para las personas contra la electrocución cuando se sumerjan en el agua, tanto encendidos como apagados.

422-25. Unidades desconectoras como medios de desconexión. Un desconectador o desconectores que formen parte de un aparato eléctrico, con su posición de apagado (desconectado) marcada y que desconecte todos los conductores del aparato eléctrico no puestos a tierra, se puede utilizar como medio de desconexión según lo exigido por este Artículo, cuando otros medios de desconexión sean provistos en los siguientes lugares:

a) Viviendas multi-familiares. En las viviendas multi-familiares, los otros medios de desconexión deben estar dentro de la vivienda o en la misma planta que la unidad de vivienda en la que esté instalado el aparato eléctrico y pueden controlar luces y otros aparatos eléctricos.

b) Viviendas dúplex. En las viviendas dúplex se permite que el otro medio de desconexión esté dentro o fuera de la vivienda en la que esté instalado el aparato eléctrico. En este último caso se permite instalar un desconectador individual o automático en la unidad de vivienda, que puede controlar también luces y otros aparatos eléctricos.

c) Viviendas unifamiliares. En viviendas unifamiliares se permite que el otro medio de desconexión sea el de la acometida.

d) Edificios con otros usos. En edificios con otros usos se permite que el otro medio de desconexión sea el desconectador o interruptor automático del circuito derivado, cuando sea fácilmente accesible para el mantenimiento del aparato eléctrico.

422-26. Desconectores e interruptores automáticos indicadores. Los desconectores e interruptores automáticos usados como medio de desconexión deben indicar claramente si están en posición abierta (circuito desconectado) o cerrada (circuito conectado).

422-27. Medios de desconexión de los aparatos eléctricos accionados con motor. Si se utiliza un desconectador o un interruptor automático como medio de desconexión de un aparato eléctrico con motor permanentemente conectado de más de 93,0 W (1/8 CP), debe estar situado a la vista del control del motor y cumplir con la Parte I del Artículo 430.

Excepción: Se permite que un desconectador o un interruptor automático actúe como los otros medios de desconexión exigidos en a) a d) de 422-25 y esté fuera de la vista desde el control del motor o desde un aparato eléctrico, siempre que el aparato eléctrico tenga un desconectador con su posición de "apagado" (desconexión) marcada y que desconecte todos los conductores de fase.

422-28. Protección contra sobrecorriente

a) **Aparatos eléctricos.** Los aparatos eléctricos deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en los siguientes incisos y en 422-4 y 422-5.

Excepción: Los motores de los aparatos eléctricos operados con motor deben estar provistos de mecanismo de protección contra sobrecarga según lo indicado en la Parte C del Artículo 430. Los motocompresores de equipo de refrigeración o de aire acondicionado deben estar provistos de protección contra sobrecargas de acuerdo con lo indicado en la Parte F del Artículo 440. Cuando se exija que un aparato eléctrico lleve un dispositivo de protección contra sobrecorriente independiente del mismo, el aparato eléctrico debe llevar marcados los datos para la elección de dichos dispositivos. Las marcas mínimas deben ser las especificadas en 430-7 y 440-4.

b) **Aparatos electrodomésticos con elementos de calentamiento de sus superficies.** Un aparato electrodoméstico con elementos de calentamiento de sus superficies, con una demanda máxima de más de 60 A calculada de acuerdo con lo indicado en la Tabla 220-19, debe tener su fuente de alimentación subdividida en dos o más circuitos, cada uno de los cuales debe estar provisto de dispositivo de protección contra sobrecorriente de una capacidad nominal no mayor que 50 A.

c) **Aparatos eléctricos de calentamiento con lámparas infrarrojas comerciales e industriales.** Los aparatos eléctricos de calentamiento con lámparas infrarrojas, comerciales e industriales, deben estar protegidos por dispositivos de sobrecorriente de 50 A nominales como máximo.

d) **Elementos de calentamiento de superficie de bobina abierta o bobina forrada expuesta en aparatos eléctricos tipo comercial.** Los elementos de calentamiento de superficies consistentes en bobinas abiertas o bobinas forradas expuestas en aparatos eléctricos de calentamiento de tipo comercial deben estar protegidos por dispositivos de sobrecorriente de 50 A nominales como máximo.

e) **Aparato eléctrico único, operado sin motor.** Si el circuito derivado suministra corriente eléctrica a un aparato eléctrico único, operado sin motor, la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente:

(1) no debe superar la capacidad nominal marcada en el aparato eléctrico;

(2) si no está marcada la capacidad nominal de la protección de sobrecorriente y la corriente eléctrica nominal del aparato eléctrico es de más de 13 A, el dispositivo de protección no debe ser mayor que 150% de la corriente eléctrica nominal del aparato eléctrico;

(3) si en el aparato eléctrico no está marcada la capacidad nominal de protección contra sobrecorriente y el aparato eléctrico es de menos de 13 A nominales, la capacidad nominal del dispositivo de protección no debe ser mayor que 20 A.

Excepción: Cuando el 150% de la capacidad del aparato eléctrico no corresponda con la capacidad nominal de un dispositivo normalizado de protección contra sobrecorriente, se permite tomar el valor inmediato superior.

f) **Aparatos eléctricos de calentamiento que empleen elementos calefactores tipo resistencia, con capacidad nominal de más de 48 A.** Los aparatos de calentamiento eléctrico con elementos de tipo resistencia de más de 48 A nominales, deben tener sus elementos de calentamiento subdivididos. La carga de cada división no debe superar 48 A y debe estar protegida para una corriente eléctrica no superior a 60 A.

Estos dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente deben:

(1) estar instalados en fábrica dentro o sobre el envolvente del calefactor o provisto como un conjunto independiente por el fabricante del calentador;

(2) estar accesibles, pero no necesariamente fácilmente accesible, y

(3) ser adecuados para la protección de circuitos derivados.

Los conductores principales a través de los que llegue la corriente eléctrica a estos dispositivos de protección contra sobrecorriente, se deben considerar como conductores del circuito derivado.

Excepción 1: Los electrodomésticos con elementos de calentamiento de la superficie, de los que trata la Sección 422-28(b), y los aparatos eléctricos de calentamiento de tipo comercial de los que trata la Sección 422-28(e).

Excepción 2: Se permite subdividir en circuitos las estufas comerciales y aparatos eléctricos de cocina con elementos calefactores de tipo forrado, no cubiertos en 422-28(d), siempre que no excedan 120 A y estén protegidos a no más de 150 A, cuando se cumpla una de las siguientes condiciones:

a. Que los elementos estén integrados y cubiertos por la estufa.

b. Que los elementos estén totalmente cerrados dentro de una envolvente aprobada e identificada para ese uso, o

c. Que los elementos estén contenidos en un recipiente aprobado.

Excepción 3: Se permite que los calentadores de agua y calderas de vapor con elementos calentadores eléctricos de tipo inmersión, en un recipiente aprobado, pueden subdividirse en circuitos de menos de 120 A y protegidos a no más de 150 A.

E. Mercado de los aparatos eléctricos

422-29. Unidades de calentamiento de tuberías, conectados con cordón y clavija. Los elementos de calentamiento destinados a evitar que se congelen las tuberías y conectados con cordón y clavija, deben estar aprobados y listados.

422-30. Placa de datos

a) Información en la placa de datos. Cada aparato eléctrico deberá llevar una placa de datos en la que aparezca el nombre de identificación y sus valores nominales en volts (V) y ampere (A) o volts (V) y watt (W). Si el aparato eléctrico se debe utilizar a una frecuencia específica, también debe indicarse.

Cuando se exija protección externa contra sobrecargas de un motor, también debe aparecer este dato en la placa de datos.

NOTA: Para los requisitos de protección contra sobrecorriente, véase la Excepción de 422-28(a).

b) Visible. La señalización debe estar situada de modo que sea visible o fácilmente accesible después de su instalación.

422-31. Marcado en los elementos calentadores. Todos los elementos calentadores de más de 1 A nominal e intercambiables en campo y que formen parte de un aparato eléctrico, deben estar marcados claramente con sus valores nominales en volts (V) y ampere (A) o volts (V) y watt (W) o con el número de referencia del fabricante.

422-32. Aparatos eléctricos consistentes de motores y otras cargas. Estos aparatos deben ir marcados de acuerdo con lo indicado a continuación:

a) Marcado. Además de la información exigida en 422-30, el marcado de un aparato eléctrico consistente en un motor con otras cargas o motores con otras cargas, deben especificar la capacidad de conducción de corriente del conductor del circuito y la capacidad nominal del dispositivo de protección del circuito contra sobrecorriente.

Excepción 1: Los aparatos eléctricos equipados de fábrica con cordón y clavija y que cumplan lo exigido en 422-30.

Excepción 2: Los aparatos eléctricos en los que la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito de suministro y la capacidad nominal admisible del dispositivo de protección del circuito contra sobrecorriente, no sean superiores a 15 A y cumplan lo exigido en 422-30.

b) Método de marcado alternativo. Se permite un método alternativo de marcado que especifique los valores nominales del motor mayor en volts (V) y ampere (A), y la carga o cargas adicionales en volts (V) y ampere (A) o volts (V) y watt (W), además de las marcas exigidas en 422-30.

Excepción 1: Los aparatos eléctricos equipados de fábrica con cordón y clavija y que cumplan lo exigido en 422-30.

Excepción 2: Se permite omitir la capacidad nominal admisible de un motor de 93,0 W (1/8 CP) o menos o de una carga de 1 A que no sea el motor, siempre que dichas cargas no constituyan la carga principal.

ARTICULO 424 - EQUIPO ELECTRICO FIJO PARA CALEFACCION DE AMBIENTE

A. Disposiciones generales

424-1. Alcance. Los requisitos de esta Sección aplican al equipo eléctrico fijo utilizado para la calefacción del ambiente. Para los propósitos de esta Sección, el equipo de calefacción incluye cables calentadores, unidades calentadoras, calderas, sistemas centrales u otro equipo eléctrico fijo aprobado para calefacción de ambiente. Esta Sección no aplica a los procesos de calefacción y de aire acondicionado doméstico.

En la aplicación de este equipo se deben verificar las características físicas del local tales como orientación y techado del área, y se permite utilizar dispositivos de control de temperatura que garanticen un uso adecuado de la energía.

424-2. Otras secciones aplicables. Todos los requisitos de esta norma deben cumplirse cuando sean aplicables. El equipo eléctrico fijo para calefacción de ambientes en uso para áreas peligrosas (clasificadas) debe cumplir con los requisitos de los Artículos 500 a 517. El equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente que tiene incorporada una unidad hermética para refrigeración con motor-compresor incorporado, también debe cumplir con el Artículo 440.

424-3. Circuitos derivados

a) Requisitos para circuitos derivados. Los circuitos derivados individuales pueden alimentar equipo fijo para calefacción de ambiente de cualquier tamaño. Los circuitos derivados que alimenten dos o más salidas de equipo fijo para calefacción de ambiente, deben tener una capacidad nominal de 15 A, 20 A o 30 A, y estar provistos con dispositivos de control de temperatura que garanticen un uso eficiente de la energía.

Excepción: En inmuebles que no son para uso residencial se permite que el equipo fijo para calefacción por rayos infrarrojos pueda estar alimentado por circuitos derivados con corriente eléctrica nominal no mayor que 50 A.

b) Diseño de los circuitos derivados. La capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito derivado y la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente o el ajuste de éste, que alimenten a equipo fijo para calefacción de ambiente que se componga de elementos resistivos con o sin motor, no deben ser menores a 125% de la carga total de motores y calentadores. Se permite el ajuste o capacidad nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de acuerdo con lo establecido en 240-3(b). Se permite que un receptáculo, termostato, relevador o dispositivo similar, aprobado para el funcionamiento continuo, al 100% de su capacidad nominal, alimente su carga nominal plena como está indicado en la Excepción de 210-22(c).

El tamaño nominal de los conductores de un circuito derivado y la capacidad nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que alimenten a equipo fijo para calefacción de ambiente provistos de una unidad hermética para refrigeración con motor-compresor incorporado, con o sin unidades de resistencia, debe calcularse como se indica en 440-34 y 440-35. Las disposiciones de esta Sección no aplican a los conductores que son parte integral de un equipo eléctrico fijo aprobado para calefacción de ambiente.

B. Instalación

424-9. Disposiciones generales. La instalación de todo equipo eléctrico fijo para calefacción debe cumplir con lo dispuesto en las partes aplicables de esta norma.

424-10. Permiso especial. El equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente y los sistemas eléctricos instalados con métodos distintos de los tratados en el presente Artículo, pueden ser utilizados únicamente con permiso especial de la autoridad competente.

424-11. Conductores de alimentación. El equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente que requiera conductores de alimentación con aislamiento mayor que 60°C de temperatura de operación, debe estar marcado visible y permanentemente. Dichas marcas deben ser fácilmente visibles después de la instalación y pueden colocarse adyacentes a la caja de conexión en la obra.

424-12 Lugares de instalación

a) Exposición a daño severo. No se permite la instalación de equipo eléctrico fijo de calefacción de ambiente en lugares que estén expuestos a daños materiales, a menos que estén protegidos adecuadamente. Véase 110-11 para el equipo expuesto a agentes de deterioro.

b) Lugares húmedos y mojados. Los calentadores y el equipo asociado, instalado en lugares húmedos o mojados, deben estar aprobados para tales lugares y deben estar construidos e instalados de manera tal que el agua no penetre ni se acumule en las secciones donde existan conductores o conexiones eléctricas, componentes eléctricos o en las canalizaciones.

424-13. Separación de materiales combustibles. El equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente debe estar instalado de manera que haya el espacio requerido entre el equipo y los materiales combustibles adyacentes, a menos que haya sido aprobado para ser instalado en contacto directo con estos materiales.

424-14. Puesta a tierra. Todas las partes metálicas descubiertas que no estén diseñadas para transportar energía eléctrica en el equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente que pudieran llegar a ser energizadas, deben estar puestas a tierra como se indica en el Artículo 250.

C. Control y protección de equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente

424-19. Medios de desconexión. En todo equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente se debe disponer de los medios para desconectar el calentador, el o los controles y los dispositivos de protección contra sobrecorriente adicional, de todos los conductores, excepto los conductores de puesta a tierra. Cuando el equipo de calefacción esté alimentado por más de una fuente, los medios de desconexión se deben agrupar e identificar. Así mismo se permite disponer de sensores de temperatura para desconectar el calentador y reducir los consumos innecesarios de energía.

a) Equipo de calefacción con protección adicional contra sobrecorriente. Si son fusibles, los medios de desconexión deben estar a la vista desde el lado de alimentación del dispositivo de protección adicional contra sobrecorriente, y además deben cumplir con lo siguiente.

- 1) Calentadores que contienen motor con capacidad no mayor que 93,0 W (1/8 CP).** Los medios de desconexión mencionados anteriormente y las unidades desconectadoras que cumplan con 424-19(c) se permiten como medio de desconexión requerido para el controlador y para el calentador, de acuerdo con lo indicado en a o b siguientes:
 - a.** Los medios de desconexión provistos están a la vista desde el control del motor y del calentador.
 - b.** Los medios de desconexión provistos deben ser capaces de ser bloqueados en la posición de desconectado.
- 2) Calentadores que contienen motor con capacidad superior a 93,0 W (1/8 CP).** Se permite utilizar los medios de desconexión anteriores como dispositivos de desconexión para ambos, el controlador y el calentador, por uno de los medios especificados a continuación:
 - a.** Donde los dispositivos de desconexión también estén a la vista desde el controlador y desde el calentador.
 - b.** Donde los medios de desconexión no estén a la vista, se permite instalar un medio de desconexión separado o se permite un medio de desconexión que pueda bloquearse en la posición de desconectado o los desconectores incorporados que se describen en 424-19(c).
 - c.** Donde los medios de desconexión no estén a la vista desde el controlador, se puede usar uno de los medios que cumplan con lo indicado en 430-102.
 - d.** Cuando el motor no esté a la vista desde el controlador, se aplica lo indicado en 430-102(b).

b) Equipo de calefacción sin protección adicional contra sobrecorriente

- 1) Sin motor, o con motor de capacidad menor que 93,0 W (1/8 CP).** El desconector del circuito derivado o el interruptor automático pueden servir como medio de desconexión donde sea fácilmente accesible para el equipo eléctrico fijo de calefacción del ambiente con motor con capacidad no mayor que 93,0 W (1/8 CP) o cuando sea posible bloquearse en la posición de desconectado.
- 2) Con motor de capacidad mayor que 93,0 W (1/8 CP).** Para el equipo eléctrico fijo utilizado para calefacción del ambiente con un motor con capacidad nominal mayor que 93,0 W (1/8 CP), se debe colocar un medio de desconexión a la vista del controlador.

Excepción: Tal como se permite en 424-19 (a) (2).

c) Desconectores incorporados como medios de desconexión. Se permite utilizar los desconectores que cuenten con indicación para la posición de desconectado, como medios de desconexión de todos los conductores de fase requeridos por esta Sección, siempre que otros medios de desconexión se provean para los siguientes tipos de locales:

- 1) **Conjuntos multifamiliares.** En viviendas multifamiliares, el otro medio de desconexión debe estar localizado dentro de la vivienda o en el mismo piso donde esté instalado el calentador fijo, y puede ser usado también para controlar lámparas y aparatos eléctricos.
- 2) **Viviendas dúplex.** Para viviendas dúplex se permite que el otro medio de desconexión esté fuera o dentro de la unidad de vivienda en el cual esté instalado el calentador fijo. En este caso, se permite un desconectador individual o un interruptor automático para una unidad de vivienda y se permite que también controle lámparas y aparatos eléctricos.
- 3) **Viviendas unifamiliares.** Los medios de desconexión de la acometida en las viviendas unifamiliares pueden ser utilizados como el otro medio de desconexión.
- 4) **Otros locales.** Los medios de desconexión o interruptores automáticos del circuito derivado pueden ser utilizados como el otro medio de desconexión cuando sean fácilmente accesibles para el servicio de calefacción.

424-20. Dispositivos de interrupción controlados térmicamente

a) Uso simultáneo de controles y medios de desconexión. Se permite el uso de los dispositivos de interrupción controlados térmicamente y una combinación de termostatos y desconectores controlados manualmente, si cumplen con las siguientes condiciones:

- 1) Tienen una marca para la posición de abierto.
- 2) Desconectan directamente todos los conductores portadores de corriente cuando se colocan manualmente en la posición desconectado.
- 3) Están diseñados de tal forma que el circuito no pueda ser energizado automáticamente después de que el dispositivo ha sido colocado manualmente en la posición de desconectado.
- 4) Están ubicados como está especificado en 424-19.

b) Termostatos que no interrumpan directamente a todos los conductores. Los termostatos que no interrumpan directamente todos los conductores energizados y los termostatos que operen a control remoto no necesitan cumplir con los requisitos del inciso (a) de esta Sección. Estos dispositivos no deben usarse como medios de desconexión.

424-21. Desconectores e interruptores automáticos indicadores. Los desconectores e interruptores automáticos usados como medio de desconexión, deben indicar claramente si están en posición abierta (circuito desconectado) o cerrada (circuito conectado).

424-22. Protección contra sobrecorriente

a) Dispositivos de circuitos derivados. El equipo eléctrico para calefacción de ambiente diferente al accionado por motor que, según los Artículos 430 y 440, debe tener una protección adicional contra sobrecorriente, se considera protegido contra sobrecorriente cuando esté alimentado por uno de los circuitos derivados descritos en el Artículo 210.

b) Elementos de resistencia. El equipo eléctrico para calefacción de ambiente que utilice elementos calentadores de tipo de resistencias debe estar protegido a no más de 60 A. El equipo con capacidad mayor que 48 A y que emplee tales elementos debe tener los calentadores subdivididos, y cada carga subdividida no debe ser mayor que 48 A. Cuando una carga subdividida es menor que 48 A, la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente adicional debe cumplir con lo indicado en 424-3 (b).

Excepción: Lo que se indica en 424-72(a).

c) Dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente para las cargas subdivididas especificadas en el punto (b) deben ser: (1) instalados por el fabricante, dentro o sobre la envolvente de los calentadores o proporcionados por el fabricante como un conjunto separado; (2) accesibles, aunque no necesariamente fácilmente accesibles, (3) adecuados para la protección del circuito derivado.

NOTA: Véase 240-10.

En donde la protección contra sobrecorriente consista en fusibles de cartucho se permite usar un medio de desconexión individual para las diferentes cargas subdivididas.

NOTA 1: Véase 240-40 para la protección adicional de sobrecorriente.

NOTA 2: Para dispositivos de desconexión con cartuchos fusibles en circuitos de cualquier tensión eléctrica, véase 240-40.

d) Conductores de circuitos derivados. Los conductores que alimenten a los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente se consideran conductores de circuitos derivados.

Excepción: Para calentadores de 50 kW de capacidad nominal o mayores, los conductores que alimenten a los dispositivos de protección adicional contra sobrecorriente indicados en (c) anterior, pueden dimensionarse a no menos de 100% de la capacidad nominal del calentador indicada en las características de placa, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

- a. Debe estar marcado en el calentador el tamaño nominal mínimo del conductor.
- b. El tamaño nominal de los conductores no debe ser menor que el tamaño mínimo indicado.
- c. El funcionamiento cíclico del equipo se debe controlar con un dispositivo accionado por temperatura.

e) Conductores para cargas subdivididas. El tamaño nominal de los conductores instalados en campo, entre el calentador y los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente, no debe ser menor que 125% de la carga a suministrar. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente especificados en el punto (c) deben proteger a esos conductores de acuerdo con lo indicado en 240-3.

Excepción: Para calentadores de 50 kW o más, la capacidad de conducción de corriente para los conductores entre el calentador y el dispositivo de protección adicional, instalados en campo, se permite que sea no menor que 100% de la carga de los respectivos circuitos subdivididos cuando cumplan con las siguientes condiciones:

- a. Se debe indicar en el calentador el tamaño nominal del conductor.
- b. El tamaño nominal de los conductores no debe ser menor que el mínimo indicado.
- c. El funcionamiento cíclico del equipo se debe controlar con un dispositivo accionado por temperatura.

D. Marcado del equipo de calefacción

424-28. Placa de datos

a) Información requerida. Cada unidad de equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente debe contar con una placa de datos con la identificación correspondiente a la tensión eléctrica y a la capacidad nominales en V y A, o V y W, de acuerdo con la norma de producto vigente.

El equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente destinado a ser usado exclusivamente con c.a. o con c.c. debe contar con la identificación que lo indique. La identificación del equipo que contenga motores de más de 93,0 W (1/8 CP) y otras cargas debe indicar los valores nominales en volts (V) y ampere (A) y la frecuencia, y la carga del calentador en watts (W) o volts (V) y ampere (A).

b) Ubicación. Esta placa de datos debe colocarse de manera que después de la instalación del equipo esté visible o fácilmente accesible.

424-29. Marcado de los elementos calentadores. Todos los elementos calentadores que sean reemplazables en el sitio y formen parte de un calentador eléctrico, deben estar marcados de manera legible con su capacidad nominal en V y A o V y W.

E. Cables eléctricos calentadores de ambiente

424-34. Cables calentadores. Los cables calentadores deben suministrarse completos, con terminales no calentadoras ensambladas en fábrica, con una longitud mínima de 2,13 m.

424-35 Marcado de los cables calentadores. Cada unidad debe marcarse con el nombre del fabricante o su emblema de identificación, el número de catálogo, la tensión eléctrica y los valores nominales en V y W o en V y A.

Cada unidad de cables calentadores debe identificarse con los siguientes colores, de acuerdo con la tensión eléctrica nominal en la que se va a utilizar: 120 o 127 V, amarillo; 220 V, azul; y para otras tensiones eléctricas, 240 V, rojo; 277 V café; y 480 V anaranjado.

424-36. Separación del alambrado en cielos rasos. El alambrado, colocado por encima de cielos rasos calentados, debe mantener una distancia no menor que 50 mm por encima de los mismos y se debe considerar que operan a una temperatura ambiente de 50°C. La capacidad de conducción de corriente de los conductores debe determinarse con base en los factores de corrección indicados en las Tablas del Artículo 310, para 0-2000 V.

Excepción: El alambrado colocado por encima de cielos rasos y con sobre-aislamiento térmico de un espesor mínimo de 50,8 mm, no necesita corrección de temperatura.

424-37. Localización del alambrado de circuitos derivados y alimentadores en paredes exteriores. Los métodos del alambrado deben cumplir con lo establecido en el Artículo 300 y la Sección 310-10.

424-38. Restricciones de áreas

a) No deben extenderse más allá del local o área. Los cables calentadores no deben extenderse más allá del local o del área en el que se originan.

b) Usos prohibidos. Los cables calentadores no deben ser instalados en guardarropas, por encima de paredes o de tabiques que se extiendan hasta el cielo raso o por encima de gabinetes que tengan un espacio libre entre su tope y el techo, a una distancia menor que la dimensión horizontal mínima del gabinete, medida hasta el lado más cercano que esté abierto hacia el local o área.

Excepción: Un alambrado único de cables no accesible puede pasar por encima de tabiques cuando estén empotrados.

c) Uso en cielos rasos de guardarropas como fuente de calor a baja temperatura para controlar la humedad relativa. Los requisitos anteriores de (b) no prohíben el uso de cables como fuente de calor de baja temperatura, en cielos rasos de guardarropas, para controlar la humedad relativa, siempre que sean usados únicamente en una parte del cielo raso que no tenga ninguna repisa y ningún aparato eléctrico entre el cielo raso y el piso.

424-39. Separación de otros objetos y aberturas. Los elementos de calentamiento de los cables deben estar separados por lo menos 200 mm de los lados de las cajas de salida y empalme que se usen para montar aparatos eléctricos de alumbrado de superficie. Debe disponerse una distancia no menor que 50 mm entre los aparatos eléctricos empotrados y sus guarniciones, aberturas de ventilación y cualesquiera otras aberturas similares que estén en la superficie del área donde sean instalados. Debe disponerse un espacio suficiente para que ningún cable calentador sea cubierto por cualquier unidad de alumbrado montada en superficie.

424-40. Empalmes. Los cables calentadores empotrados deben empalmarse solamente cuando sea necesario y por medios aprobados, y en ningún caso debe ser alterada la longitud de un cable calentador.

424-41. Instalaciones de cables calentadores en cielos rasos de madera, con yeso o de concreto

a) No deben instalarse en paredes. Los cables calentadores no deben instalarse en paredes.

b) Tendidos adyacentes. Los cables que no sean mayores de 9 W /m, instalados en tramos adyacentes, deben instalarse con distancias no menores a 40 mm entre sus centros.

c) Superficies en donde se colocan. Los cables calentadores pueden colocarse únicamente sobre muros de yeso, de tiras con revestimiento de yeso o en otros materiales resistentes al fuego. Cuando estén sobre tiras metálicas o sobre otras superficies eléctricamente conductoras se debe aplicar una capa de revestimiento para aislar enteramente la tira metálica de la superficie conductora del cable.

NOTA: Véase también el párrafo (f) de esta Sección.

d) Empalmes. En todos los cables calentadores, los empalmes entre ellos y terminales no calentadoras deben empotrarse en el revestimiento o en los muros de madera seca, a una longitud mínima de 70 mm desde el empalme de la terminal no calentadora, de la misma manera que el cable calentador.

e) Superficie del cielo raso. Toda la superficie del cielo raso debe tener un acabado con revestimiento de arena térmicamente no aislante de un espesor nominal de 13 mm o debe estar cubierta de cualquier otro material térmico no aislante, identificado para ese uso, aprobado y colocado según instrucciones y espesor especificados.

f) Sujeción. Los cables se deben fijar a intervalos no mayores de 40 cm por medio de grapas, cintas, revestimiento de arena, vigas o cualquier otro medio aprobado. No deben usarse grapas o medios de fijación metálicos para sujetar los cables en tiras metálicas o en cualquier otra superficie eléctricamente conductora.

Excepción: Los cables aprobados e identificados para ser fijados a intervalos no mayores a 1,8 m.

g) Instalaciones en cielo raso de madera seca. En instalaciones de cielo raso de madera seca, todo el cielo raso que esté debajo de los cables calentadores debe estar cubierto con plafones de yeso de un espesor no mayor que 13 mm. El espacio vacío entre la capa más alta de los plafones de yeso (o revestimiento), separadores no metálicos o de otro material resistente al fuego y la capa de superficie de las tiras de yeso, debe estar relleno completamente con revestimiento térmicamente conductor y que no se contraiga, o con cualquier material de igual conductividad térmica de tipo aprobado.

h) Libre de contacto con superficies conductoras. Los cables deben estar libres de todo contacto con metal o con otras superficies eléctricamente conductoras.

i) Vigas. En instalaciones de madera seca, el cable debe colocarse paralelo a la viga, dejando un espacio libre centrado debajo de la viga a una distancia de 64 mm (de ancho) entre los centros de los cables adyacentes. La capa superficial de los plafones de yeso debe montarse de manera tal que los clavos u otros medios de fijación no perforen el cable calentador.

j) Cruzando las vigas. Los cables deben cruzar las vigas sólo en los extremos del cuarto.

Excepción: Cuando se requiera que el cable cruce las vigas en cualquier parte, se deben cumplir las instrucciones del fabricante, por lo que la persona que lo instale, debe evitar colocar el cable demasiado cerca de las penetraciones del cielo raso y de luminarios.

424-42. Cielos rasos terminados. Los cielos rasos terminados no deben cubrirse con plafones decorativos o vigas que estén hechos de materiales térmicamente aislantes como: la madera, la fibra o el plástico. Sin embargo, pueden cubrirse con pintura, papel u otros acabados aprobados.

424-43 Instalación de las terminales no calentadoras para cables

a) Terminales no calentadoras. Las terminales libres de los cables no calentadoras deben instalarse según los métodos de alambrado permitidos por esta norma, desde una caja de empalme a un lugar dentro del cielo raso. Estos métodos de alambrado pueden consistir en monoconductores en canalizaciones aprobadas, cables monoconductores o multiconductores del tipo UF, NMC, MI o de otros tipos aprobados.

b) Terminales en cajas de conexiones. Dentro de la caja de conexiones, las terminales no calentadoras deben tener una longitud libre de 15 cm. La identificación de las terminales debe ser visible en las cajas de empalme.

c) Partes sobrantes de las terminales. Las partes sobrantes de las terminales no deben cortarse, sino fijarse por debajo de los cielos rasos y empotrarse en el revestimiento u otros materiales aprobados, dejando únicamente la longitud suficiente para alcanzar la caja de conexiones, con no menos de 15 cm de terminal libre en la caja.

424-44. Instalaciones de cables en pisos de concreto o de granito

a) W por metro lineal. Los cables calentadores no deben exceder de 54 W/m de cable.

b) Distancias entre tramos adyacentes. El espacio entre tramos de cables adyacentes no debe ser menor que 25 mm entre centros.

c) Fijación en sitio. Mientras el concreto u otro acabado es colocado, los cables deben estar sujetos por estructuras separadoras no metálicas o por cualquiera de los otros medios aprobados.

Los cables no deben estar instalados en un puente sobre una junta de dilatación, a menos que estén protegidos de la dilatación y de la contracción.

d) Separación entre el cable calentador y los metales empotrados en el piso. Se debe mantener una separación entre el cable calentador y los metales empotrados en el piso.

Excepción: La cubierta metálica puesta a tierra del cable puede estar en contacto con los metales empotrados en el piso.

e) Terminales protegidas. Las terminales, cuando salen del piso, deben estar protegidas por tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, ligero, no metálico tipo pesado o cualquier otro sistema aprobado.

f) Uso de boquillas u otros accesorios aprobados. Se debe usar boquillas u otros accesorios aprobados cuando las terminales salgan de la placa del piso.

424-45. Inspección y pruebas. Las instalaciones de cables empotrados deben estar ejecutadas con el debido cuidado para evitar daños al conjunto del cable, y deben ser inspeccionadas y aprobadas antes de que los cables sean cubiertos o escondidos.

F. Calentadores de ductos

424-57. Disposiciones generales. Cuando la unidad que hace circular el aire no es suministrada como parte integral del equipo calentador, debe aplicarse esta Parte F a cualquier calentador instalado en la corriente de aire de un sistema de circulación forzada.

424-58. Identificación. Los calentadores instalados en un ducto de aire deben estar aprobados e identificados como adecuados para dicha instalación.

424-59. Circulación de aire. Se deben instalar medios adecuados en el frente del calentador para obtener una circulación de aire adecuada y uniforme, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

NOTA: Para proporcionar una distribución uniforme del aire sobre el frente del calentador, los calentadores instalados a una distancia no mayor que 1,2 m de la salida de dispositivos para mover el aire, bomba de calor, acondicionador de aire, codos, deflectores o de cualquier otro obstáculo en el conducto, pueden necesitar medios de desviación, planchas de presión u otros dispositivos del lado de entrada del ductocalentador para asegurar una adecuada distribución del aire sobre la cara del calentador.

424-60. Temperatura de admisión elevada. Los calentadores de ductos destinados a usarse a una temperatura de admisión elevada deben estar aprobados e identificados para altas temperaturas.

424-61. Instalaciones de conductos calentadores con bombas de calefacción y aparatos eléctricos de aire acondicionado. Las bombas de calefacción y los aparatos eléctricos de aire acondicionado que tengan calentadores de ducto a una distancia no mayor que 1,2 m deben estar aprobados e identificados para ser instalados de esta manera.

424-62. Condensación. Los calentadores de ducto usados con aparatos eléctricos de aire acondicionado u otro equipo de enfriamiento que pueda producir condensación de humedad, deben estar aprobados e identificados para usarse con aparatos eléctricos de aire acondicionado.

424-63. Bloqueo del circuito de ventilación. Debe dotarse de medios para asegurar que el circuito del ventilador esté energizado, cuando cualquier circuito calentador lo esté. Sin embargo, se permite que el motor del ventilador sea energizado con retardo de tiempo controlado o por temperatura.

424-64. Control de límite. Cada calentador de ducto debe estar provisto de un control de límite de temperatura, integrado, aprobado, con reposición automática que interrumpa la alimentación de los circuitos. Adicionalmente, cada calentador de ducto debe estar provisto de un control o controles suplementarios e independientes integrados, que desconecte un número suficiente de conductores para interrumpir el paso de la corriente eléctrica. Este dispositivo debe ser de reposición manual.

424-65. Ubicación de los medios de desconexión. El equipo de control de calentadores de ducto debe ser accesible con los medios de desconexión instalados en o a la vista del controlador.

Excepción: Lo permitido en 424-19 (a).

424-66. Instalación. Los calentadores de ducto deben instalarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante, de manera que su funcionamiento no presente peligro a personas o a propiedades; además deben ubicarse de manera que permitan el acceso al calentador con respecto a los elementos del inmueble u otro equipo.

Debe mantenerse suficiente espacio libre para permitir el reemplazo de elementos calentadores y equipo de control, así como para ajuste y limpieza de los controles y de cualquier otra parte que requiera atención. Véase 110-16.

G. Calderas tipo de resistencias

424-70. Alcance. Las disposiciones de este Artículo aplican a las calderas que usen resistencias como elementos calentadores. Las calderas de tipo con electrodos no se consideran como tales. Véase la parte H de este Artículo.

424-71. Marcado. Las calderas del tipo con resistencia deben estar identificadas como adecuadas para la instalación.

424-72. Protección contra sobrecorriente

a) Calderas que utilicen elementos calentadores eléctricos del tipo de resistencia inmersa, montados en un tanque, calibrado y sellado. Una caldera que utilice elementos calentadores eléctricos del tipo de resistencia inmersa, montados en un tanque calibrado y sellado, debe tener los elementos calentadores protegidos a no más de 150 A. Las calderas con capacidad de más de 120 A deben tener los elementos calentadores subdivididos en cargas no mayores de 120 A.

Cuando la carga subdividida sea menor que 120 A, la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe cumplir con lo indicado en 424-3(b).

b) Calderas que utilicen elementos calentadores eléctricos del tipo de resistencia con capacidad mayor que 48 A, no montados en un tanque calibrado. Una caldera que utilice elementos calentadores del tipo de resistencia no montados en un tanque calibrado y sellado, debe tener los elementos calentadores protegidos a no más de 60 A. Las calderas con capacidad mayor que 48 A deben tener los elementos calentadores subdivididos en cargas no mayores de 48 A.

Cuando una carga subdividida sea menor que 48 A, la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe cumplir con lo indicado en 424-3 (b).

c) Dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente para las cargas subdivididas especificadas en 424-72 (a) y (b) anteriores, deben ser: (1) instalados en fábrica dentro o sobre la envolvente de la caldera o de un ensamble separado, proporcionado por el fabricante de la caldera; (2) accesibles, aunque no necesariamente fácilmente accesibles y (3) adecuados para la protección de circuitos derivados.

Cuando se usen fusibles de cartucho para la protección contra sobrecorriente, debe proporcionarse un solo medio de desconexión para todos los circuitos subdivididos. Véase 240-40.

d) Conductores que alimenten a los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente.

Los conductores que alimenten a los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente deben considerarse como conductores de circuitos derivados.

Excepción: Los calentadores de 50 kW o mayores y los conductores que alimenten a los dispositivos de protección contra sobrecorriente, mencionados en (c) anterior, deben tener tamaño nominal como mínimo del 100% de la capacidad nominal del calentador, siempre que se cumplan con las condiciones siguientes:

a. Se debe marcar en el calentador el tamaño nominal mínimo de los conductores.

b. Los conductores no deben ser de tamaño nominal menor que el mínimo indicado.

c. El funcionamiento cíclico del equipo se debe controlar por medio de un dispositivo sensible a la temperatura o a la presión.

e) Conductores para cargas subdivididas. El tamaño nominal de los conductores alambrados en el sitio de instalación, entre el calentador y los dispositivos de protección contra sobrecorriente, deben calcularse a no menos de 125% de la carga alimentada. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente especificados en el punto (c) anterior deben proteger a estos conductores de acuerdo con lo indicado en 240-3.

Excepción: Para calentadores de 50 kW o más, el tamaño nominal del conductor alambrado en el sitio, entre el calentador y el dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser menor que 100% de la carga de los circuitos alimentados y deben cumplir con las siguientes condiciones:

a. Marcar en el calentador el tamaño nominal mínimo de los conductores.

b. Los conductores no deben ser de tamaño nominal menor que el mínimo indicado.

c. El funcionamiento cíclico del equipo se debe controlar por medio de un dispositivo sensible a la temperatura.

424-73. Control para limitar incrementos excesivos de temperatura. Cada caldera debe estar diseñada, para que durante su funcionamiento no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia del calor, y debe estar equipada con medios de límites de temperatura. Estos medios deben limitar la temperatura máxima del líquido y desconectar directa o indirectamente cualquier corriente eléctrica que pase a través de los elementos calentadores. Estos elementos son adicionales al sistema que regula la temperatura y a otros dispositivos de protección del tanque contra presiones excesivas.

424-74. Control para limitar sobrepresión. Cada caldera debe estar diseñada para que durante su funcionamiento no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia del calor, de líquido o vapor, y debe estar equipada con medios de límites de presión. Estos medios deben limitar la presión máxima y desconectar directa o indirectamente a todos los conductores de fase de los elementos calentadores. Estos elementos deben ser adicionales al sistema que regule la presión y a cualquiera de los otros dispositivos de protección del tanque contra presiones excesivas.

424-75. Puesta a tierra. Todas las partes metálicas que no transporten corriente eléctrica deben estar puestas a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250, además deben tener medios para la conexión de los conductores de puesta a tierra del equipo, calculados según la Tabla 250-95.

H. Calderas tipo con electrodos

424-80. Alcance. Las disposiciones de la Parte H de este Artículo se aplican a las calderas de operación de 600 V o menos, en las cuales el calor se genera por el paso de corriente eléctrica entre electrodos a través del líquido que debe ser calentado.

424-81. Marcado. Las calderas tipo electrodo deben marcarse como adecuadas para su instalación.

424-82. Requisitos para los circuitos derivados. El tamaño nominal de los conductores y de los dispositivos de protección de circuitos derivados contra sobrecorriente, debe calcularse con base en 125% de la carga total (no incluyendo los motores). Se permite el uso de contactores, relevadores u otros dispositivos aprobados para funcionamiento continuo, al 100% de su capacidad nominal, para alimentar a plena carga. Véase 210-22 (c), Excepción. Las disposiciones de esta Sección no aplican a los conductores que formen parte integral de una caldera aprobada.

Excepción: Para una caldera del tipo con electrodos de 50 kW o mayor, el tamaño nominal de los conductores de alimentación no debe ser menor que la que resulte para 100% de la capacidad nominal de placa de características de la caldera, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

- a. Marcar en el calentador de la caldera el tamaño nominal mínimo de los conductores.
- b. Los conductores no deben ser de tamaño nominal menor que el mínimo indicado.
- c. El funcionamiento cíclico del equipo se debe controlar por medio de un dispositivo sensible a la temperatura o a la presión.

424-83. Control para limitar temperatura excesiva. Cada caldera debe estar diseñada para que durante su funcionamiento no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, y debe estar equipada con medios para limitar a la temperatura. Estos medios deben limitar la temperatura máxima del líquido y deben interrumpir directa o indirectamente cualquier corriente eléctrica que pase a través de los electrodos. Estos elementos son adicionales al sistema que regule la temperatura y a otros dispositivos de protección del tanque contra presiones excesivas.

424-84. Control para limitar aumentos de presión. Cada caldera debe estar diseñada para que durante su funcionamiento se produzca un cambio de estado del medio de transferencia del calor, de líquido a vapor y debe estar equipada con medios para limitar la presión. Estos medios deben limitar la presión máxima e interrumpir directa o indirectamente cualquier corriente eléctrica que pase a través de los electrodos. Estos elementos son adicionales al sistema que regule la presión y a otros dispositivos de protección del tanque contra presiones excesivas.

424-85. Puesta a tierra. En las calderas diseñadas de manera que las corrientes eléctricas de falla no pasen a través del tanque a presión, y que dicho tanque esté aislado eléctricamente de los electrodos, todas las partes metálicas descubiertas que no transporten corriente eléctrica, incluyendo el tanque a presión, tubería de alimentación y de retorno, deben ser puestas a tierra de acuerdo con el Artículo 250.

Para los diseños en los cuales el tanque a presión contenga a los electrodos, dicho tanque debe ser separado y aislado eléctricamente de tierra.

424-86. Marcado. Todas las calderas del tipo con electrodos deben estar marcadas con la siguiente información: (1) nombre del fabricante; (2) características nominales en V, A y kW; (3) el valor requerido para su alimentación eléctrica, especificando claramente la frecuencia, cantidad fases y cantidad de conductores; (4) la indicación: "Caldera del tipo con electrodos"; (5) un aviso de advertencia: "TODAS LAS FUENTES DE ALIMENTACION ELECTRICA DEBERAN DESCONECTARSE ANTES DE PROCEDER A EJECUTAR CUALQUIER SERVICIO QUE INCLUYA EL TANQUE A PRESION".

La placa debe colocarse en un lugar que sea visible después de la instalación.

I. Paneles eléctricos calentadores de radiación y conjunto de paneles calentadores

424-90. Alcance. Lo indicado en la Parte J de este Artículo aplica a paneles eléctricos calentadores de radiación y al conjunto de paneles calentadores.

424-91 Definiciones

a) Panel calentador. Es el ensamble completo que incluye caja de uniones o un tubo (conduit) flexible para conexión al circuito derivado.

b) Conjunto de paneles calentadores. Es el ensamble rígido o no rígido que incluye puntas de conexión o ensamble de uniones terminales aprobadas e identificadas como adecuadas para conexión al sistema de alimentación eléctrica.

424-92. Marcado

- 1) El marcado debe ser permanente y estar visible después de que se aplique el acabado al panel.
- 2) Cada unidad debe estar aprobada e identificada como adecuada para la instalación.
- 3) Cada unidad debe estar marcada con el nombre o símbolo de identificación, número de catálogo y capacidad en V y W o en V y A.
- 4) Los fabricantes de paneles calentadores o conjuntos de paneles deben suministrar etiquetas de rotulación que indiquen que la instalación de calefacción de ambiente, incorpora paneles calentadores o conjuntos de paneles, y las etiquetas de instrucciones deben estar fijadas y aseguradas al panel para identificar cuáles de los circuitos derivados alimentan a los circuitos de esas instalaciones de calefacción de ambiente.

Excepción: No requieren de las etiquetas indicadas los paneles y conjuntos de paneles calentadores que sean visibles y distinguibles después de la instalación.

424-93. Instalación**a) Disposiciones generales**

1) Los paneles y conjuntos de paneles deben ser instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

2) La parte de calefacción no debe:

a. Estar instalada sobre o atrás de superficies sujetas a daño físico.

b. Instalarse a lo largo o arriba de paredes colindantes, gabinetes o partes similares de estructuras que lleguen hasta el techo.

c. Instalarse a lo largo o a través de aislamientos térmicos, pero se permite que estén en contacto con las superficies de los aislamientos térmicos.

3) Las orillas de los paneles y los conjuntos de paneles deben estar separados por una distancia no menor que 200 mm de los extremos de cualquier caja de salida o de uniones que sean utilizadas para colocar lámparas. Debe proporcionarse un espacio no menor que 50 mm entre aparatos eléctricos fijos y sus accesorios, espacios abiertos para ventilación, y otros espacios abiertos en las superficies del local, y se debe proveer el área suficiente para asegurar que ningún panel o conjunto de paneles sea cubierto por cualquier superficie de otras unidades montadas.

Excepción: Se permite instalar los paneles y conjuntos de paneles aprobados y marcados para espacios más pequeños, en el espacio indicado en el marcado.

4) Después de que los paneles y conjuntos de paneles son instalados e inspeccionados se permite la instalación de una cubierta que haya sido identificada por las instrucciones del fabricante como adecuada para este tipo de instalación y esté aprobada como tal. La cubierta debe asegurarse de manera que los clavos u otros dispositivos de sujeción no la perforen.

5) Se permite que las cubiertas permitidas en 424-93 (a) (4) tengan acabados con pintura, papel u otros recubrimientos aprobados e identificados como adecuados en las instrucciones del fabricante.

b) Conjuntos de paneles calentadores

1) Se permite que los conjuntos de paneles calentadores estén colocados firmemente en la cara inferior de las vigas o montados entre las vigas.

2) Los conjuntos de paneles calentadores deben estar instalados paralelos a las vigas o a las franjas que cubren el ensamble.

3) Los clavos o grapas deben colocarse únicamente a través de las partes que no sean partes calefactores, proporcionados para ese propósito. Los conjuntos de paneles calentadores no deben ser cortados o perforados por clavos en cualquier punto menor que 6,35 mm al elemento calefactor. No deben utilizarse clavos, grapas u otros elementos de fijación que penetren en partes portadoras de corriente eléctrica.

4) Los conjuntos de paneles calentadores deben instalarse como unidades completas a menos que sean aprobados e identificados para instalarse de manera separada en forma aprobada.

424-94. Espacio entre conductores en el techo. Los conductores colocados arriba del techo calentado deben espaciarse no menos de 50 mm sobre el techo y se debe considerar 50°C como temperatura ambiente de operación. La capacidad de conducción de corriente debe ser calculada basándose en los factores de corrección dados en la tabla de capacidades de conducción de corriente, Artículo 310 para cables de 0-2000 V.

Excepción: Conductores colocados sobre los techos que posean aislamientos térmicos con un espesor mínimo de 50 mm no requieren de factor de corrección por temperatura.

424-95. Ubicación de los circuitos derivados y alimentadores en paredes

a) Paredes exteriores. Los métodos de cableado deben cumplir con el Artículo 300 y la Sección 310-10.

b) Paredes interiores. Cualquier cableado detrás de los paneles calentadores ubicados en paredes interiores o en paredes colindantes se debe considerar con temperatura ambiente de 40°C, y la capacidad de conducción de corriente debe ser calculada con base en los factores de corrección dados en las Tablas del Artículo 310 para cables de 0-2000 V.

424-96. Conexión de los conductores de circuitos derivados

a) Disposiciones generales. Los paneles o grupos de paneles calentadores ensamblados en campo, para la calefacción de un local o de cualquier área, deben estar conectados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

b) Paneles calentadores. Los paneles calentadores deben estar conectados a los circuitos derivados por medio de métodos de cableado permitidos.

c) Grupos de paneles calentadores

1) Los grupos de paneles calentadores deben estar conectados a los circuitos derivados por medio de un método aprobado e identificado para tal propósito.

2) Los grupos de paneles calentadores deben estar provistos de un ensamble de uniones terminales con puntas acopladas para hacer la instalación, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

424-97. Puntas de conexión. El exceso en puntas de conexión debe ser cortada a la longitud requerida, siempre y cuando reúnan los requisitos de instalación del método de alambrado indicado en 424-96. Las puntas de conexión deben ser parte integral del panel calentador o parte del grupo de paneles, y no deben estar sujetas a los requerimientos de capacidad de conducción de corriente establecidos en 424-3 (b) para circuitos derivados.

424-98. Instalación en mampostería o en concreto

a) Máxima área de calefacción. Los paneles calentadores no deben exceder 355 W/m² de área calentada.

b) Seguridad en el sitio e identificado como apropiado. Los paneles calentadores o grupos de paneles deben estar fijos en su lugar por los medios especificados en las instrucciones del fabricante y aprobarse e identificarse como adecuados para esa instalación específica.

c) Juntas de expansión. Los tableros de calefacción no deben estar instalados donde haya puentes de juntas de expansión, a menos que se haya provisto de un elemento de expansión y contracción.

d) Espacios libres. Se debe mantener un espacio libre entre los tableros de calefacción y los metales embebidos en el piso.

Excepción: Los paneles calentadores con cubierta metálica puesta a tierra, se permite que estén en contacto con metales embebidos en el piso.

e) Protección de las puntas de conexión. Las puntas de conexión deben estar protegidas en donde salgan del piso, por medio de un tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, no metálico rígido o por otro medio autorizado para tal fin.

f) Boquillas o dispositivos de sujeción. Debe utilizarse boquillas o dispositivos de fijación aprobados donde las puntas salgan de entre las ranuras del piso.

424-99. Instalación cubierta bajo piso

a) Identificación. Los paneles calentadores para instalación bajo el piso deben estar aprobados e identificados como adecuados para instalarse bajo el piso cubierto.

b) Área máxima de calefacción. Los paneles calentadores instalados bajo piso no deben exceder de 160 W/m² de área calentada.

c) Instalación. Los paneles calentadores aprobados y listados para ser instalados bajo piso cubierto, deben instalarse en superficies que sean suaves y planas de acuerdo con las instrucciones del fabricante y deben cumplir con las disposiciones siguientes:

1) **Juntas de expansión.** Los tableros de calefacción no deben ser instalados donde haya uniones de expansión a menos que estén protegidos contra expansión y contracción.

2) **Conexión a conductores.** Deben ser conectados a circuitos derivados y al alambrado alimentador por medio de métodos aceptados y reconocidos en el Capítulo 3.

3) **Anclaje.** Los paneles calentadores o los grupos de paneles calentadores deben estar firmemente anclados al piso usando un adhesivo o un sistema de fijación identificado para este uso.

4) **Cubiertas.** Después de que los paneles calentadores o grupos de paneles calentadores han sido instalados y revisados, pueden ser protegidos por una cubierta de piso que haya sido identificada por el fabricante para tal uso. La cubierta debe estar fijada al panel de calefacción mediante el uso de adhesivos identificados para tal aplicación.

5) Protección de fallas. Debe ser instalado por el fabricante un dispositivo para desconectar todos los conductores de alimentación al panel calentador o al grupo de paneles calentadores, y debe entrar en operación cuando ocurra una falla de alta o baja resistencia de línea a línea o de línea a tierra, como es el caso cuando se introduce un elemento extraño al ensamble y esto provoca una falla.

NOTA: Es necesario un blindaje integral aterrizado para suministrar esta protección.

ARTICULO 426 - EQUIPO ELECTRICO FIJO PARA DESCONGELAR Y DERRETIR NIEVE

A. Disposiciones generales

426-1. Alcance. Los requerimientos de este Artículo se aplican a los sistemas de calefacción eléctricos y a la instalación de los mismos.

a) Empotrados. Empotrados en calles, banquetas, escalones y otras áreas.

b) Expuestos. Expuestos en sistemas de drenaje, puentes, techos y otras estructuras.

426-2. Definiciones. Para propósitos de este Artículo:

Sistema de calefacción. Es un sistema completo que consta de componentes tales como elementos calefactores, dispositivos de fijación, circuitos de cableado anti-calentamiento, guías, controladores de temperatura, letreros de seguridad, cajas de conexiones, canalizaciones y accesorios.

Elemento de calefacción por resistencia. Un elemento específico separado para generar calor que es empotrado o asegurado a la superficie que se va a calentar.

NOTA: Calentador tubular, calentador descubierto, cable de calefacción, cinta de calefacción y tableros de calefacción son ejemplos de calentadores de resistencia.

Sistema de calefacción de impedancia. Un sistema donde el calor es generado en un tubo o en una varilla o en una combinación de tubos y varillas, haciendo pasar la corriente eléctrica por el tubo o por la varilla por medio de una conexión directa a una fuente de tensión eléctrica de c.a. desde un transformador de doble devanado. Se permite que el tubo o la varilla sea empotrado en la superficie a calentar o que constituya los componentes expuestos para calentamiento.

Sistema de calefacción por efecto superficial. Un sistema en el cual el calor es generado en la superficie interna de una envolvente ferromagnética empotrada o asegurada a la superficie a calentarse.

NOTA: Un conductor aislado eléctricamente se dirige a través de la envolvente y se conecta en el otro extremo de la envolvente. La envolvente y el conductor aislado se conectan a una fuente de tensión eléctrica de c.a. por medio de un transformador de doble devanado.

426-3. Aplicación de otros Artículos. Todos los requerimientos de esta norma deben aplicarse excepto cuando específicamente se haya hecho una corrección en este Artículo. El equipo de deshielo y para derretir nieve de cordón y clavija conectado en exteriores, designado para algún uso específico, aprobado e identificado como adecuado para este uso, debe instalarse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 422. El equipo de deshielo y para derretir nieve fijo para uso en áreas peligrosas (clasificadas) debe cumplir con lo indicado en los Artículos 500 al 516.

426-4. Capacidad nominal del circuito derivado. La capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito derivado y la capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección de sobrecorriente del circuito de alimentación de un equipo fijo de deshielo y para derretir nieve exterior no debe ser menor que 125% del total de la carga de los calentadores. El dispositivo de protección de sobrecorriente se permite esté de acuerdo con lo indicado en 240-3(b).

B. Instalación

426-10. Disposiciones generales. El equipo eléctrico para deshielo y para derretir nieve en exteriores debe ser aprobado e identificado como adecuado para:

1) El medio químico, térmico y físico.

2) Su instalación, de acuerdo con lo indicado en las instrucciones y diagramas del fabricante.

426-11. Uso. El equipo eléctrico de calefacción debe instalarse de manera que tenga protección contra daño físico.

426-12. Protección térmica. Las superficies externas de equipo eléctrico para deshielo y derretir nieve, en exteriores, que opere a temperaturas que excedan 60°C, deben estar físicamente protegidas, apartadas o aisladas térmicamente para protegerlas del contacto del personal en el área.

426-13. Identificación. La presencia de equipo eléctrico para deshielo y derretir nieve debe ser evidente a través de la colocación apropiada de letreros o señales claramente visibles.

426-14. Permiso especial. El equipo eléctrico para deshielo y derretir nieve fijo en el exterior, que emplee otros métodos de construcción o de instalación que no estén cubiertos en este Artículo, se permitirán sólo mediante un permiso especial de la autoridad competente.

C. Elementos de calefacción por resistencia

426-20. Equipo empotrado de deshielo y para derretir nieve

a) Densidad de potencia. Los tableros o unidades no deben exceder de 1291 W / m² de área calentada.

b) Espaciamiento. El espacio entre cables adyacentes depende del tamaño nominal del cable, y no debe ser menor que 25 mm entre centros.

c) Cubierta. Las unidades, tableros o cables deben instalarse como se indica a continuación:

1) En una base sustancialmente de asfalto o de tabique por lo menos de 50 mm de espesor y que tenga por lo menos 40 mm de asfalto o de mampostería sobre las unidades, tableros o cables.

2) Puede autorizarse la instalación sobre otras bases aprobadas y empotradas dentro de 90 mm de mampostería o asfalto pero no menos de 40 mm desde la superficie superior.

3) Equipo que ha sido especialmente analizado para otras formas de instalación debe instalarse únicamente de acuerdo con su análisis.

d) Fijación. Los cables, unidades y tableros deben fijarse en su lugar con herrajes, vigas o cualquier otro medio aprobado mientras se aplica el acabado de asfalto o mampostería.

e) Expansión y contracción. Los cables, unidades y tableros no deben instalarse en donde haya juntas de expansión a menos que se prevean medios para su expansión y contracción.

426-21. Equipo expuesto de deshielo y para derretir nieve

a) Sujeción. Los ensambles de elementos de calentamiento deben estar sujetos, por los medios adecuados, a la superficie a calentarse.

b) Temperatura excesiva. En donde el elemento de calentamiento no esté en contacto directo con la superficie a calentarse, el diseño del ensamble de calentamiento debe ser tal que no exceda su límite de temperatura.

c) Dilatación y contracción. Los elementos y ensambles de calentamiento no deben instalarse en donde haya juntas de expansión, a menos que se prevean medios para su expansión y contracción.

d) Capacidad de flexión. En donde se instale en estructuras flexibles, los elementos y ensambles de calentamiento deben tener capacidad de flexión compatible con la estructura.

426-22. Instalación de cableado anti-calentamiento para equipo empotrado

a) Cubiertas o cableado puesto a tierra. Los cableados anti-calentamiento que tengan cubiertas o cableado puesto a tierra pueden estar empotrados en la mampostería o en el asfalto en la misma forma que el cable de calentamiento, sin protección física adicional.

b) Canalización. Todo el cableado anti-calentamiento tipo TW, de 25 mm a 155 mm y otros tipos aprobados, sin cubierta para puesta a tierra deben instalarse en tubo (conduit) tipo pesado, semipesado o ligero u otras canalizaciones dentro del asfalto o mampostería; y la distancia del empalme prefabricado a la canalización no debe ser menor que 25 mm o mayor que 125 mm.

c) Boquillas. Las boquillas aislantes deben usarse en el asfalto o mampostería donde las guías entren a la canalización.

d) Expansión y contracción. Los cables deben estar protegidos en las juntas de expansión y en donde salgan del asfalto o de la mampostería por medio de tubo (conduit) tipo pesado, semipesado o ligero u otras canalizaciones o sistemas aprobados.

e) Cables en cajas de conexiones. No debe haber menos de 15 cm de largo libres de los cables anticalefacción dentro de las cajas de conexiones.

426-23. Instalación de cableado anti-calentamiento para equipo expuesto

a) Cableado anti-calentamiento. El cableado anti-calentamiento (cables fríos) de la fuente de alimentación para elementos de resistencia, debe ser adecuado para la temperatura a que se encuentre. Se permite acortar el cableado anti-calentamiento preensamblado en calentadores aprobados si se siguen los requisitos especificados en 426-25. Se debe proporcionar no menos de 15 cm de cableado anti-calentamiento libre dentro de la caja de conexiones.

b) Protección. El cableado anti-calentamiento para las fuentes de alimentación debe instalarse en tubo (conduit) tipo pesado, tipo semipesado o tipo ligero o con cualquier otro sistema aprobado.

426-24. Conexión eléctrica

a) Conexiones de elemento de calefacción. Las conexiones eléctricas de los elementos de calefacción a los cables anti-calentamiento empotrados en mampostería o en asfalto o expuestos a la superficie, que no sean de fábrica, deben hacerse con conectores aislados aprobados e identificados para ese uso.

b) Conexiones de circuito. Los empalmes y las terminales al final del cableado anti-calentamiento distinto a las terminales del elemento calefactor deben instalarse en una caja de conexiones o accesorio de acuerdo con lo indicado en 110-14 y 300-15.

426-25. Marcado. Cada unidad de calefacción ensamblada de fábrica debe estar marcada legiblemente dentro de los 80 mm de cada una de las terminales de los cables anti-calentamiento con un símbolo permanente de identificación, número de catálogo, tensión eléctrica y capacidad nominales en V y W, o en V y A.

426-26. Protección contra la corrosión

Las canalizaciones metálicas ferrosas y no ferrosas, cables blindados, fundas de cable, cajas de conexiones, uniones, soportes y herrajes, pueden instalarse en concreto o en contacto directo con la tierra, o en áreas sujetas a alta corrosión, siempre y cuando estén fabricadas con material especial o se protejan con material anticorrosivo para esas condiciones.

426-27. Puesta a tierra

a) Partes metálicas. Las partes metálicas externas de equipo que no conduzcan corriente eléctrica, pero que podrían estar electrificadas, deben estar unidas y puestas a tierra en la forma especificada en el Artículo 250.

b) Separadores y fundas para puesta a tierra. Los medios de puesta a tierra tales como separadores de cobre, fundas de metal o cualquier otro aprobado, debe proporcionarse como parte integral de la sección caliente del cable, tablero o unidad.

D. Calentamiento por impedancia

426-30. Protección del personal. Los elementos expuestos del sistema de calentamiento por impedancia deben estar físicamente protegidos, resguardados o térmicamente aislados con cubierta a prueba de intemperie para protección de un posible contacto del personal en el área.

426-31. Limitaciones de tensión eléctrica. Los elementos del calentamiento por impedancia no deben operarse a más de 30 V de c.a.

Excepción: Puede autorizarse una tensión eléctrica mayor que 30 V, pero no mayor que 80 V, siempre y cuando se provea con un interruptor de circuito por falla a tierra para protección de personas.

426-32. Transformador de aislamiento. Debe usarse un transformador de aislamiento de doble devanado con pantalla puesta a tierra entre el primario y secundario para aislar al sistema de distribución del sistema de calentamiento.

426-33. Corrientes eléctricas inducidas. Todos los componentes que transporten corriente eléctrica deben ser instalados de acuerdo con lo indicado en 300-20.

426-34. Puesta a tierra. Un sistema de calentamiento por impedancia que opere a más de 30 V, pero no a más de 80 V, debe estar puesto a tierra en puntos designados.

E. Calentamiento por efecto superficial

426-40. Capacidad de conducción de corriente del conductor. Se permite que la corriente eléctrica a través de un conductor eléctricamente aislado dentro de la funda ferromagnética exceda los valores de capacidad de conducción de corriente indicados en el Artículo 310, siempre y cuando esté aprobado e identificado para ese uso.

426-41. Cajas de paso. En donde se utilicen cajas de paso, éstas deben ser accesibles sin excavaciones, localizadas en cámaras adecuadas o a nivel alto. Las cajas de paso para exteriores deben ser construidas totalmente herméticas al agua.

426-42. Conductor sencillo con cubierta. Las indicaciones de 300-20 no se aplican en la instalación de un conductor simple con cubierta ferromagnética.

426-43. Protección contra la corrosión. Las cubiertas ferromagnéticas, ferrosas y no ferrosas, las canalizaciones, las cajas de conexiones, accesorios, soportes y los herrajes, pueden ser instalados en concreto o en contacto directo con tierra o en áreas sujetas a alta corrosión o donde sean de material especial para esas condiciones o especialmente protegidas para dicho efecto. La protección a la corrosión debe mantener el espesor original de las paredes de la cubierta ferromagnética.

426-44. Puesta a tierra. La cubierta ferromagnética debe ser puesta a tierra en los dos extremos y, además, debe permitir ser puesta a tierra en puntos intermedios si así lo requiere su diseño.

Lo previsto en 250-26 no aplica a la instalación del sistema de calentamiento por efecto superficial.

NOTA: Para método de puesta a tierra véase 250-26(d).

F. Control y Protección

426-50. Medios de desconexión

a) Desconexión. Todo equipo en exteriores para deshielo y para derretir nieve debe contar con un medio de desconexión de todos los conductores de fase y fácilmente accesible para el usuario; el medio de desconexión o el interruptor automático del circuito derivado puede servir como medio de desconexión. Los desconectores usados como medio de desconexión deben indicar claramente si están en posición abierta (circuito desconectado) o cerrada (circuito conectado).

b) Equipo conectado con cordón y clavija. El equipo que trae instalado de fábrica el aditamento de cordón y clavija con capacidad para 20 A o menos y 150 V o menos a tierra, puede utilizarse como medio de desconexión.

426-51. Controladores

a) Control de temperatura en posición de “apagado”. Los desconectores para control de temperatura que tengan indicadores de la posición de “apagado” y que interrumpan la energía en la línea, deben abrir todos los conductores de fase cuando el dispositivo de control esté en posición de apagado. Estos dispositivos no deben utilizarse como medios de desconexión a menos que estén provistos de un cierre con bloqueo en la posición de “apagado”.

b) Control de temperatura sin posición de “apagado”. Los desconectores para control de temperatura que no tengan posición de “apagado”, no requieren abrir todos los conductores de fase y no debe permitirse usarlos como medio de desconexión.

c) Control remoto de temperatura. Los dispositivos reguladores remotos activados por temperatura no requieren cumplir con los requisitos indicados en 426-51(a). Estos dispositivos no deben usarse como medios de desconexión.

d) Dispositivos de desconexión combinados. Los dispositivos de desconexión que consistan en una combinación de los actuadores por temperatura, y los desconectores operados manualmente que funcionen tanto para el control como para la desconexión, deben cumplir con las siguientes condiciones:

1) Cuando manualmente se coloque en la posición de “apagado” se deben de abrir todos los conductores de fase.

2) Tener un diseño de tal forma que el circuito no pueda energizarse automáticamente si se encuentra en la posición de “apagado”.

3) Que esté provisto con un bloqueo efectivo estando en la posición de “apagado”.

426-52. Protección de sobrecorriente. El equipo fijo de deshielo y para derretir nieve para exteriores debe tener protección contra sobrecorriente en el circuito derivado como se especifica en 426-4.

426-54. Equipo de deshielo y para derretir nieve conectado con cordón y clavija. El equipo de deshielo y para derretir nieve conectado con cordón y clavija debe ser aprobado.

ARTICULO 427 - EQUIPO ELECTRICO FIJO PARA CALENTAMIENTO DE TUBERIAS PARA LIQUIDOS Y RECIPIENTES**A. Disposiciones generales**

427-1. Alcance. Los requerimientos de este Artículo deben aplicarse para sistemas de calentamiento eléctricamente energizados y la instalación de estos sistemas usando tubería, recipientes o ambos.

427-2. Definiciones. Para los propósitos de este Artículo:

Tubería. Una longitud determinada de tubería incluyendo bombas, válvulas, bridas, dispositivos de control, filtro y equipo similar para el transporte de líquidos.

Recipientes. Un envase, como un barril, tambor o tanque, para alojar fluidos u otro material.

Sistema de calentamiento integrado. Es un sistema completo formado por tubería, recipientes, elementos calentadores, medios de transferencia de calor, aislamiento térmico, barreras contra la humedad, terminales sin calentamiento, dispositivos de control de temperatura, avisos de seguridad, cajas de conexión, canalizaciones para conductores y accesorios.

Elementos de calentamiento por resistencias. Un elemento separado, específico para generar calor aplicado a la tubería o recipiente, interna o externamente.

NOTA: Los calentadores tubulares, los de cinta, cables calentadores, cintas calentadoras, mantas calentadoras y calentadores de inmersión son ejemplos de calentadores por resistencias.

Sistemas de calentamiento por impedancia. Es un sistema en donde el calor se genera en las paredes de una tubería o de un recipiente, por causa de una corriente eléctrica que fluye a través de dichas paredes, mediante una conexión directa a una fuente de c.a. desde un transformador de doble devanado.

Sistema de calentamiento por inducción. Es un sistema en donde el calor se genera en las paredes de una tubería o de un recipiente, por medio de una corriente eléctrica inducida y del efecto de histéresis que se produce en dichas paredes, desde una fuente externa aislada de c.a.

Sistema de calentamiento por efecto piel. Es un sistema en donde el calor se genera en la superficie interna de una envoltura de material ferromagnético instalada en la tubería o recipiente.

NOTA: Un conductor eléctricamente aislado es llevado por la envoltura y conectado en el otro extremo. La envoltura y el conductor eléctricamente aislado se conectan a una fuente de c.a. desde un transformador de doble devanado.

427-3. Otros Artículos aplicables. Todas las disposiciones de esta norma son aplicables con excepción de las especialmente modificadas en este Artículo. Los conjuntos calentadores de tubería conectados por cordones flexibles destinados para usos específicos e identificados para el fin propuesto, deben instalarse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 422. El equipo eléctrico fijo de calentamiento para tubería y recipientes a usarse en áreas peligrosas (clasificadas) debe cumplir con lo establecido en los Artículos 500 al 516.

427-4. Dimensiones para circuitos derivados. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de los circuitos derivados y la capacidad nominal o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente del equipo eléctrico fijo de calentamiento para tubería y recipientes, no debe ser menor que 125% de la carga de los calentadores. La capacidad o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente puede hacerse de acuerdo con lo establecido en 240-3(b).

B. Instalación

427-10. Disposiciones generales. El equipo eléctrico para el calentamiento de tubería y recipientes debe estar identificado como adecuado para su uso en:

- 1) Ambientes químicos, térmicos y físicos.
- 2) Para su instalación de acuerdo con lo indicado en las instrucciones y diagramas del fabricante.

427-11. Uso. El equipo eléctrico de calentamiento debe instalarse de manera tal que esté protegido contra daños materiales.

427-12. Protección térmica. Las superficies externas del equipo de calentamiento para tubería y recipientes, las cuales operan a temperaturas por encima de 60°C, deben estar físicamente resguardadas, separadas o aisladas térmicamente para protegerlas del contacto del personal en el área.

427-13. Identificación. La presencia de equipo eléctrico de calentamiento en tubería y recipientes debe evidenciarse por medio de avisos de precaución apropiados u otras señales de marcado a distancias o intervalos frecuentes a lo largo de la tubería o en los recipientes.

C. Elementos de calentamiento por resistencias

427-14. Fijación. Los conjuntos de elementos calentadores deben fijarse a la superficie que esté siendo calentada por otros medios diferentes al aislamiento térmico.

427-15. Sin contacto directo. Cuando no exista contacto directo del elemento calentador con la tubería o con el recipiente calentado deben instalarse dispositivos de protección para evitar el aumento de temperatura de los elementos calentadores, a menos que el diseño del conjunto calentador sea tal que no se sobrepasen los límites de temperatura.

427-16. Expansión y contracción. Los elementos calentadores y sus conjuntos no se deben instalar donde formen puente sobre juntas de expansión, a menos que se tomen las medidas respectivas para su expansión y contracción adecuadas.

427-17. Capacidad de flexión. Cuando los elementos calentadores y sus montajes se instalen en tubería flexible deben tener una capacidad de flexibilidad compatible con la tubería.

427-18. Terminales de conexión de la fuente de alimentación

a) Cableado anti-calentamiento. Los cables anti-calentamiento de la fuente de alimentación (puntas frías) para elementos de resistencia, deben ser adecuados para la temperatura imperante. Los cables anti-calentamiento, preensamblados, de los calentadores aprobados, pueden recortarse si las indicaciones especificadas en 427-20 se conservan. Dentro de la caja de empalmes no deben existir cables anticalefacción de conexión menores de 15 cm.

b) Protección de los cables de conexión de la fuente de alimentación. Estos deben protegerse cuando salgan de la tubería calentada eléctricamente o de las unidades de calentamiento de recipientes, por medio de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, ligero u otro medio de canalización identificado como adecuado para esta aplicación.

c) Terminales interconectadas. La conexión de tramos de conexión de terminales anti-calentamiento de un sistema de calefacción debe estar cubierta por aislamiento térmico en la misma forma que los calentadores.

427-19. Conexiones eléctricas

a) Interconexiones no calientes. Las interconexiones no calientes, cuando se requiera bajo aislamiento térmico, deben hacerse con conectores aislados aprobados e identificados para este uso.

b) Conexiones de circuito. Los empalmes y las terminales fuera del aislamiento térmico deben ser instalados en una caja o accesorio de acuerdo con lo indicado en 110-14 y 300-15.

427-20. Marcado. Cada unidad de calentamiento ensamblada en fábrica debe marcarse legiblemente dentro de los 76 mm de cada extremo de los terminales no calientes con un símbolo de identificación permanente, número de catálogo y valores nominales en V y W o en V y A.

427-21. Puesta a tierra. Las partes metálicas descubiertas y que no conduzcan corriente eléctrica de equipo eléctrico de calentamiento que pudieran energizarse, deben ser puestas a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

427-22. Protección del equipo. Debe proveerse protección por falla a tierra del equipo para los circuitos derivados que alimenten a equipo eléctrico de calentamiento que no tengan una cubierta de metal.

427-23. Tubería no metálica. Los calefactores ensamblados destinados para calentar tubería o recipientes no metálicos deben tener una cubierta de metal aterrizada.

D. Calentamiento por impedancia

427-25. Protección para el personal. Todas las superficies externas accesibles de la tubería o recipiente que están siendo calentados, deben estar físicamente protegidas, resguardadas o térmicamente aisladas (con cubierta a prueba de intemperie para instalaciones exteriores) para protegerse contra contacto del personal del área.

427-26. Limitación de tensión eléctrica. El devanado secundario del transformador de aislamiento (Sección 427-27) conectado a la tubería o al recipiente a calentar, no debe tener una salida de tensión eléctrica mayor que 30 V c.a.

Excepción: Si se usa un interruptor circuito por falla a tierra para la protección del personal, puede ser mayor que 30 V pero menor que 80 V.

427-27. Transformador de aislamiento. Debe utilizarse un transformador de doble devanado con pantalla de puesta a tierra entre los devanados primario y secundario para aislar el sistema de distribución del sistema de calefacción.

427-28. Corrientes eléctricas inducidas. Todos los componentes, conductores de corriente deben instalarse de acuerdo con lo indicado en 300-20.

427-29. Puesta a tierra. La tubería o el recipiente que sean calentados, los cuales operen a más de 30 V c.a., pero menos de 80 V, deben estar puestos a tierra en puntos designados.

427-30. Tamaño del conductor secundario. La capacidad de conducción de corriente de los conductores conectados al secundario de transformador debe ser de por lo menos 100% del total de la carga del calentador.

E. Calentamiento por inducción

427-35. Alcance. Esta parte del Artículo 427, cubre la instalación de equipo de calentamiento por inducción, de frecuencia de línea y accesorios para tubería y recipientes.

427-36. Protección para el personal. Las bobinas de inducción que operen o puedan operar a más de 30 V de c.a. deben estar dentro de envoltentes no metálicas o metálicas con ranuras, aisladas o en sitios no accesibles para proteger al personal de la zona.

427-37. Corriente eléctrica inducida. Mediante protección, aislamiento o separación contra la corriente eléctrica, debe impedirse que las bobinas de inducción induzcan corrientes eléctricas circulantes en los equipos, soportes o estructuras metálicas que las rodean. Las trayectorias de corrientes eléctricas parásitas deben ser puenteadas para evitar el arco.

F. Calentamiento por efecto superficial

427-45. Capacidad de conducción de corriente del conductor. La capacidad de conducción de corriente de un conductor eléctricamente aislado dentro de una envoltura ferromagnética puede exceder la de los valores dados en el Artículo 310, siempre que esté aprobado e identificado para este uso.

427-46. Cajas de paso. Las cajas de paso para los conductores aislados eléctricamente dentro de una cubierta ferromagnética pueden ser enterradas bajo aislamiento térmico, siempre que su ubicación sea indicada por marcaciones permanentes sobre la superficie de la cubierta de aislamiento y sobre los planos. Las cajas de paso para su uso exterior deben ser fabricadas herméticas al agua.

427-47. Conductor unipolar con cubierta. Las disposiciones indicadas en 300-20 no aplican a las instalaciones de un conductor unipolar en con cubierta ferromagnética (cubiertas metálicas).

427-48. Puesta a tierra. La cubierta ferromagnética debe estar puesta a tierra en ambos extremos y, además, puede estarlo en puntos intermedios de acuerdo con lo indicado en su diseño. La cubierta ferromagnética debe estar puenteadada en todas las uniones para asegurar continuidad eléctrica.

Las disposiciones de 250-26 no aplican a la instalación de sistemas de calentamiento por efecto superficial (piel).

NOTA: Véase 250-26(d) para métodos de puesta a tierra.

G. Control y protección

427-55. Medios de desconexión

a) **Desconectadores o interruptores automáticos.** Deben proveerse los medios de desconexión para todo el equipo eléctrico fijo de calefacción en tubería o recipientes para todos los conductores de fase. Los desconectadores o interruptores automáticos de los circuitos derivados, cuando sean fácilmente accesibles al usuario del equipo, pueden servir como medio de desconexión. Los medios de desconexión deben ser del tipo con indicación y deben estar provistos con un bloqueo efectivo en la posición de abierto.

b) **Equipos conectados mediante cordón y clavija.** Se admiten como medio de desconexión los equipos que vienen de fábrica con el sistema de cordón y clavija con valores nominales de 10 A o menos y 150 V o menos con respecto a tierra.

427-56. Controles

a) **Control de temperatura con posición de “desconectado”.** Los dispositivos de interrupción controlados por temperatura, que indican una posición de “desconectado” y que interrumpen la corriente eléctrica de línea, deben abrir todos los conductores de fase cuando el dispositivo de control esté en la posición de “desconectado”. A estos dispositivos no se les debe admitir como medios de desconexión a menos que estén provistos de un bloqueo efectivo en la posición de “desconectado”.

b) **Control de temperatura sin posición de “desconectado”.** Los dispositivos de interrupción controlados por temperatura, que no tengan posición de “desconectado”, no deben utilizarse para abrir todos los conductores y no deben admitirse como medios de desconexión.

c) **Control remoto de temperatura.** Los dispositivos accionados por un control remoto de temperatura no son necesarios para cumplir los requisitos establecidos en 427-56 (a) y (b). A estos dispositivos no se les admite como medios de desconexión.

d) **Dispositivos de interrupción combinados.** Los dispositivos de interrupción que consistan en dispositivos combinados actuadores por temperatura y controles manuales, que sirven tanto como controles como de medios de desconexión, deben cumplir con las siguientes condiciones:

1) Abrir todos los conductores de fase cuando se coloquen manualmente en la posición de “desconectado”.

2) Estar diseñados de forma tal que el circuito no pueda energizarse automáticamente si el dispositivo ha sido colocado manualmente en la posición de “desconectado”.

3) Debe estar provisto de un sistema de bloqueo efectivo en la posición de “desconectado”.

427-57. Protección contra sobrecorriente. Se considera protegido contra sobrecorriente el equipo de calentamiento que sea alimentado por un circuito derivado tal como se especifica en 427-4.

ARTICULO 430 - MOTORES, CIRCUITOS DE MOTORES Y SUS CONTROLADORES

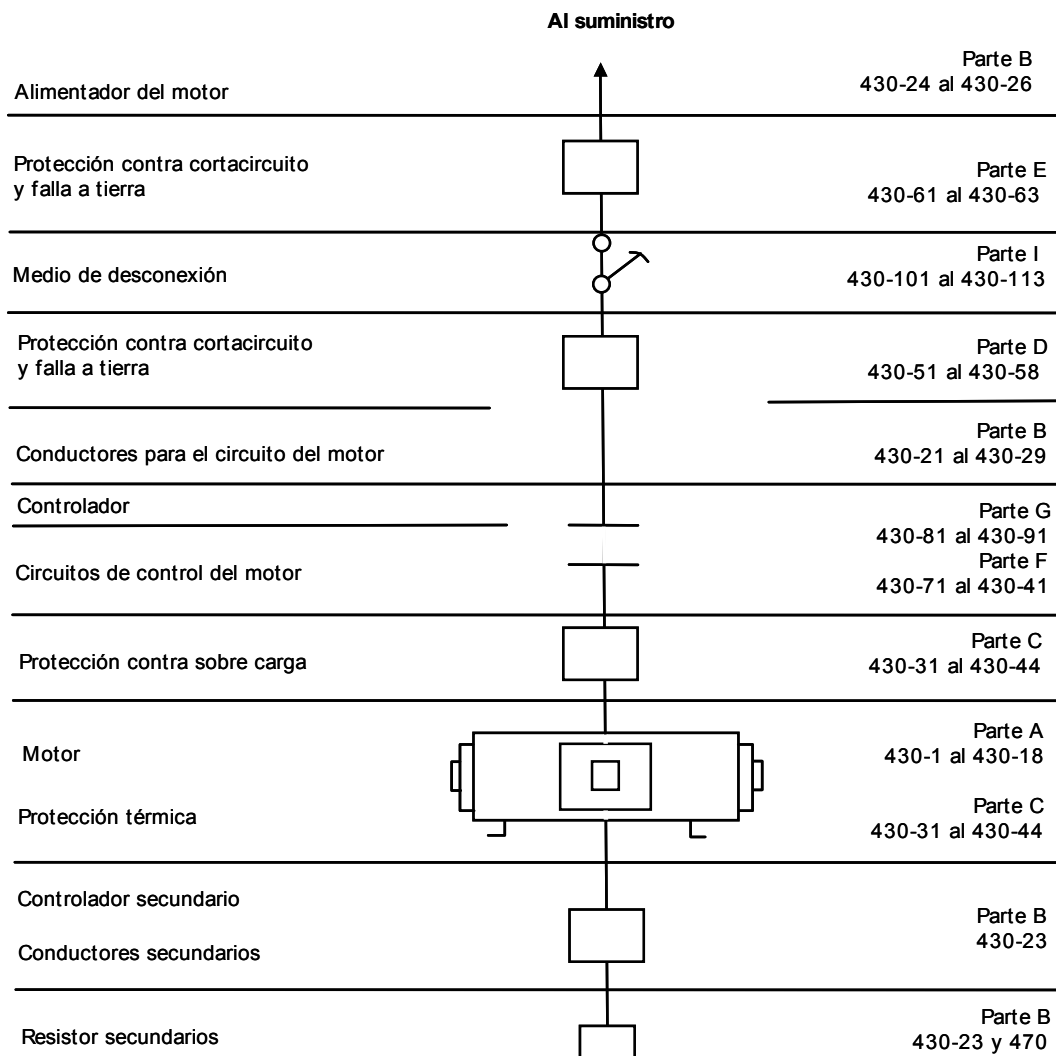
A. Disposiciones generales

430-1. Alcance. Este Artículo se refiere a motores, circuitos derivados para motores, sus alimentadores y sus protecciones de sobrecarga, circuitos de control, equipos de control y protección y centros de control de motores.

Excepción 1: Los requerimientos para la instalación de centros de control de motores están cubiertos en 384-4.

Excepción 2: El equipo para aire acondicionado y refrigeración está considerado en el Artículo 440.

NOTA: Como información de referencia en la Figura 430-1 se ilustra la organización de este Artículo.

**FIGURA 430-1**

430-2. Sistemas de velocidad ajustable. El circuito derivado o el alimentador del equipo de conversión de potencia que forma parte de un sistema de velocidad ajustable, deben basarse en la carga nominal de dicho equipo. Donde el equipo de conversión provea protección contra sobrecarga para el motor, no se requiere protección de sobrecarga adicional.

Se permite que los medios de desconexión estén en la línea de alimentación para el equipo de conversión y que tengan una capacidad no menor que 115% de la corriente eléctrica nominal de la unidad de conversión.

NOTA: Puede presentarse resonancia eléctrica como resultado de la interacción de corrientes eléctricas senoidales de este tipo de cargas con capacitores para corrección del factor de potencia.

430-3. Motores de devanado partido. Un motor de inducción con arranque por devanado partido o motor síncrono, es aquel que arranca energizando parte de su devanado primario (armadura) y, posteriormente, se energiza el resto del devanado en uno o varios pasos. El propósito es reducir los valores iniciales de la corriente eléctrica de arranque o el par de arranque desarrollado por el motor. Normalmente el motor de inducción de devanado partido arranca energizando la mitad de su devanado primario, y posteriormente se energiza la parte restante del devanado para que ambas partes del devanado operen con una corriente eléctrica del mismo valor. Un motor de compresor hermético de refrigeración no debe ser considerado como un motor de inducción convencional de arranque de devanado partido.

Cuando se utilicen dispositivos independientes de protección de sobrecarga, con motores de inducción convencionales de arranque de devanado bipartido, cada mitad del devanado del motor debe ser protegida de acuerdo con las indicaciones dadas en 430-32 y 430-37, con una corriente eléctrica de disparo igual a la mitad de la especificada.

Cada conexión del devanado del motor debe tener, en el circuito del cual se conecta, protección contra cortocircuito y falla a tierra a no más de una mitad de lo especificado en 430-52.

Excepción: Se permite usar un dispositivo de protección contra sobrecorriente y falla a tierra para ambos devanados, siempre y cuando éste permita arranque del motor. Cuando se empleen fusibles de doble elemento o de tiempo retardado, se permite que el valor de éstos no exceda 150% de la corriente eléctrica de plena carga del motor.

430-5. Otros Artículos. Los motores y sus controladores también deben cumplir los requisitos aplicables de acuerdo con lo siguiente:

Áreas peligrosas (clasificadas)	Artículo 500 a 503
Capacitores	Secciones 460-8, 460-9
Elevadores, montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores para sillas de ruedas y escaleras eléctricas para éstas.	Artículo 620
Equipos de aire acondicionado y refrigeración	Artículo 440
Estacionamientos comerciales, hangares, estaciones de gasolina y de servicio, bodegas de almacenamiento, áreas de aplicación por rocío, plantas de proceso por inmersión y forrado y áreas de anestesia por inhalación.	Artículos 511, 513, 514, 515, 516 y 517, Parte D
Equipo de irrigación controlado eléctricamente.	Artículo 675
Estudios de cine, televisión y locales similares.	Artículo 530
Grúas y polipastos.	Artículo 610
Maquinaria industrial.	Artículo 670
Proyectores de cine.	Secciones 540-11 y 540-20
Resistencias y reactores.	Artículo 470
Teatros, auditorios de cine, televisión y similares.	Sección 520-48
Transformadores y bóvedas para transformadores.	Artículo 450

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 determinar 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 430-150, 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 amperes (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 desconectores, 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 430-150.

430-7. Marcado de motores y equipo con varios motores

a) Motores de uso normal. Los motores deben tener marcada en su placa la siguiente información:

1) Nombre del fabricante.

2) Tensión y corriente eléctricas nominales, corriente de operación a plena carga. Para motores de varias velocidades, se debe indicar la corriente eléctrica a plena carga para cada una de las velocidades, excepto para los de polo sombreado, así como para motores con capacitor permanente en donde la corriente eléctrica base es la que corresponde a la máxima velocidad.

3) Frecuencia de operación y número de fases, para los motores de corriente eléctrica alterna.

4) Velocidad máxima a plena carga.

5) Temperatura máxima de operación o clase de los materiales aislantes y temperatura ambiente.

6) Régimen de tiempo. El régimen de tiempo puede ser de 5 min, 15 min, 30 min o 60 min o continuo (dato que se utiliza en la Tabla 430-22(b)).

7) Potencia nominal del motor, si ésta es igual o mayor que 93 W (1/8 CP) debe indicarse la potencia en kilowatts (kW) (CP) para cada una de las velocidades, exceptuando los motores de polo sombreado y los de capacitor permanente para motores de 93 W (1/8 CP) o más, donde la potencia nominal se indica para la velocidad máxima. Los motores que accionan máquinas de soldar de arco, no requieren tener la indicación de la potencia nominal en caballos de potencia.

8) Si es motor de c.a. y de potencia mayor que 373 W (1/2 CP) se debe indicar la letra de código o la corriente eléctrica a rotor bloqueado. En motores polifásicos de rotor devanado, se omite la Letra de Código.

NOTA: Véase inciso (b) abajo.

9) Letra con designación para el diseño de motores: B, C, D o E.

10) En motores de inducción de rotor devanado debe indicarse la tensión eléctrica secundaria y la corriente eléctrica a plena carga.

11) Debe indicarse la corriente eléctrica de campo en los motores síncronos excitados con corriente continua.

12) Indicar los devanados: derivación directa, derivación estabilizada, devanado compuesto o serie si se trata de motores de corriente continua (c.c.) En motores fraccionarios de corriente continua (c.c.) de 175 mm de diámetro o menos, no se requieren estas indicaciones.

13) Un motor que esté provisto con protección térmica, de acuerdo con lo indicado en 430-32 (a)(2) o (c)(2) debe contener la indicación de "Protegido térmicamente". Los motores de 100 W o menos "Térmicamente protegidos" deben cumplir con 430-32(c)(2) y puede utilizar en su placa la abreviatura "T.P."

14) Un motor que cumpla con lo establecido en 430-32(c)(4) debe tener la indicación "Protegido por impedancia". Los motores de 100 W o menos y que cumplan con lo establecido en 430-32 (c)(4), pueden utilizar la abreviatura "Z.P."

b) Letras de código a rotor bloqueado. Las letras de código en las placas de los motores para mostrar la potencia absorbida del motor con el rotor bloqueado, deben estar de acuerdo con la Tabla 430-7(b).

La letra de código debe estar indicada en la placa del motor.

1) Los motores de varias velocidades deben estar marcados con la letra que indique los kilovolt ampere (kVA) a rotor bloqueado para la máxima velocidad a la que el motor puede arrancar.

Excepción: Los motores de varias velocidades y potencia constante deben estar marcados con la letra que indique el mayor número de kilovolt ampere (kVA) por caballos de potencia (CP) a rotor bloqueado.

2) Los motores de una sola velocidad y que arrancan en conexión estrella -Y-, y en marcha normal están en conexión delta, deben estar marcados con la letra de código que corresponde a los kilovolt ampere (kVA) por caballos de potencia (CP) a rotor bloqueado en la conexión estrella.

3) Los motores de operación a tensión eléctrica doble, que tengan diferentes kilovolt ampere (kVA) por caballos de potencia (CP) a rotor bloqueado, deben estar marcados con la letra de código que dé el mayor número de kilovolt ampere (kVA) por caballos de potencia (CP) a rotor bloqueado.

4) Los motores con doble frecuencia de 50 Hz y 60 Hz, deben estar marcados con la letra de código a 60 Hz.

5) Los motores con devanado partido deben estar marcados con la letra de código correspondiente al devanado total del motor.

TABLA 430-7(b).- Letras de código para rotor bloqueado

Letra de código	kVA por kW a rotor bloqueado	KVA por CP a rotor bloqueado
A	0,00 -- 2,34	0,00 -- 3,14
B	2,35 -- 2,64	3,15 -- 3,54
C	2,65 -- 2,98	3,55 -- 3,99
D	2,99 -- 3,35	4,00 -- 4,49
E	3,36 -- 3,72	4,50 -- 4,99
F	3,73 -- 4,17	5,00 -- 5,59
G	4,18 -- 4,69	5,60 -- 6,29
H	4,70 -- 5,29	6,30 -- 7,09
J	5,30 -- 5,96	7,10 -- 7,99
K	5,97 -- 6,70	8,00 -- 8,99
L	6,71 -- 7,45	9,00 -- 9,99
M	7,46 -- 8,35	10,00 -- 11,19
N	8,35 -- 9,31	11,20 -- 12,49
P	9,32 -- 10,43	12,50 -- 13,99
R	10,44 -- 11,93	14,00 -- 15,99
S	11,94 -- 13,42	16,00 -- 17,99
T	13,43 -- 14,91	18,00 -- 19,99
U	14,92 -- 16,70	20,00 -- 22,39
V	16,71 -- y más	22,40 -- y más

c) Motores de alto par. Los motores de alto par están diseñados para operar en condición estacionaria y deben marcarse de acuerdo con lo indicado en el inciso a) antes indicado.

Excepción: Los datos del par a rotor bloqueado deben reemplazar a los caballos de potencia (CP).

d) Equipo con varios motores y cargas combinadas

1) El equipo con varios motores y cargas combinadas debe tener una placa visible en la que se indique: nombre del fabricante, tensión eléctrica de operación, frecuencia, número de fases, capacidad de conducción de corriente mínima para el conductor de suministro, máxima corriente eléctrica nominal del dispositivo contra cortocircuito y de protección de falla a tierra. La capacidad de conducción de corriente del conductor debe determinarse de acuerdo con lo indicado en 430-24, incluyendo todos los motores, así como las cargas que deben operar al mismo tiempo. La capacidad del dispositivo contra cortocircuito, así como la protección de falla a tierra, no debe exceder de los valores obtenidos de 430-53. El equipo con varios motores que utiliza dos o más circuitos debe tener las indicaciones anteriores para cada uno de los circuitos.

2) Cuando el equipo no viene cableado de fábrica, y las placas individuales de cada uno de los motores y las cargas adicionales son visibles después de haber sido ensamblado el equipo, las placas individuales cumplen con la identificación requerida.

430-8. Marcado en controles. El equipo de control de motores debe estar debidamente identificado con: nombre del fabricante, tensión y corriente eléctrica y capacidad nominal en kW o CP proporcionando los datos para todos aquellos motores en los que puedan utilizarse. Un equipo de control que incluya la protección de sobrecorriente para un motor o grupo de motores, debe tener la indicación completa de la protección de sobrecarga del motor, la máxima corriente eléctrica de cortocircuito y la protección contra falla a tierra para tales aplicaciones.

Los controladores combinados que usen interruptor automático de disparo instantáneo ajustable, deben contener claramente las indicaciones correspondientes a la corriente eléctrica de ajuste del elemento de disparo ajustable.

Cuando el control del motor forma parte integral del motor o de un grupo motor-generador, no es necesario que se indique las características de éste, siempre y cuando estén incluidas en la placa del motor. Las características de estos controles que forman parte integral de un equipo aprobado como unidad, pueden estar indicadas en la placa general del equipo.

430-9. Terminales

a) **Identificación.** Las terminales tanto de los equipos de control como de los motores deben estar debidamente identificadas, ya sean por dígitos o por colores, para indicar las conexiones correctas.

b) **Conductores.** Las terminales de equipo de control y las de los dispositivos de control, deben ser conectadas con conductores de cobre a menos que esté aprobado e identificado para uso con otro tipo de conductor.

c) **Apriete de terminales.** Los dispositivos de los circuitos de control con terminales de presión roscada, que empleen conductores de cobre de 2,08 mm² (14 AWG) o menores, deben tener un apriete mínimo de 0,8 N-m a no ser que se indiquen otros valores.

430-10. 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 desconectores 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		Conductores por terminal* (cm)	
mm ²	AWG o kcmil	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.

430-12. Cajas para las terminales de los motores

a) Material. Cuando los motores están provistos de cajas terminales, éstas deben ser metálicas y de construcción robusta.

Excepción: En lugares que no sean clasificados como peligrosos, pueden emplearse cajas de conexiones que no sean metálicas e incombustibles, siempre y cuando se tenga un medio de conexión a tierra entre la carcasa del motor y la conexión a tierra del equipo incorporado al gabinete.

b) Dimensiones y espacio para conexiones y empalmes. Cuando las cajas para terminales de los motores contengan empalmes o conexiones de los alimentadores, éstas deben tener las medidas mínimas que se indican en la Tabla 430-12 (b).

TABLA 430-12 (b).- Medidas mínimas de las cajas terminales para conexión de cable a cable en motores de 28 cm de diámetro o menores

kW		CP	Dimensiones mínimas de la caja (cm)		Volumen mínimo utilizable cm ³	
0,75 y menores*		(1 o menores*)	4,1		170	
1,12; 1,50 y 2,24**		(1 ½, 2 y 3**)	4,5		275	
3,75 y 5,60		(5 y 7 ½)	5,0		365	
7,50 y 1,19		(10 y 15)	6,5		595	
Motores de corriente alterna (c.a.) de diámetro mayor que 28 cm						
Corriente eléctrica a plena carga para motores trifásicos con un máximo de 12 terminales	Dimensión mínima de la abertura de la caja de terminales	Volumen mínimo utilizable	Potencia típica máxima (trifásico)			
			220 V y 230 V		440 V y 460 V	
			A	cm	cm ³	kW	CP	kW	CP
45	6,5	595	11,2	15	22,4	30
70	8,4	1 265	18,7	25	37,3	50
110	10,0	2 295	20,8	40	56,0	75
160	12,5	4 135	44,8	60	93,3	125
250	15,0	7 380	74,6	100	149	200
400	17,5	13775	119	150	224	300
600	20,0	25255	187	250	373	500
Motores de corriente continua (c.c.)						
Motores de un máximo de 6 terminales, en ampere (A)		Cajas de terminales; dimensiones mínimas cm			Volumen mínimo utilizable cm ³	
68		6,5			425	
105		8,4			900	
165		10,0			1 640	
240		12,5			2 950	
375		15,0			5 410	
600		17,5			9 840	
900		20,0			18 030	

* Para motores de potencia nominal de 746 W (1 CP) o menor, y con la caja para conexiones terminales, parcial o completamente integrada a la carcasa del motor o en un extremo de ésta, el volumen de la caja

terminal no debe ser menor que 18,0 cm³ para conexiones de cable a cable. No se especifica la dimensión mínima de la abertura de la tapa.

** Para motores de potencia nominal de 1,12 kW; 1,50 kW, y 2,24 kW (1-1/2, 2 y 3 CP), las cajas para conexiones terminales, parcial o completamente integrada a la carcasa del motor a un extremo de ésta, el volumen de la caja no debe ser menor que 23,0 cm³. No se especifica la dimensión mínima de la abertura de la tapa.

c) Dimensiones y espacio para conexiones fijas. Cuando las cajas de conexión contienen terminales fijas (tablillas de terminales), deben ser de tamaño suficiente para proporcionar el espacio mínimo y los volúmenes utilizables de acuerdo con lo indicado en las Tablas 430-12(c)(1) y 430-12(c)(2).

d) Conductores de tamaños superiores o conexiones de fábrica. Para motores de gran capacidad, gran número de terminales o con conductores de gran sección transversal, o cuando los motores son instalados como parte de un equipo armado en fábrica, sin conexiones adicionales requeridas en la caja de conexiones del motor durante la instalación del equipo, la caja para terminales debe ser de tamaño amplio para hacer conexiones; los requerimientos de volumen mínimo anteriormente establecidos para las cajas de terminales no serán aplicables.

e) Conexiones de puesta a tierra del equipo. Se deben proveer medios para fijar un conductor de puesta a tierra al equipo de acuerdo con lo indicado en 250-113 para conexiones cable a cable o conexiones fijas. Los medios para tales conexiones pueden estar dentro o fuera de la caja para terminales.

Excepción: Cuando un motor se instale como parte de un equipo armado en fábrica que requiere ser puesto a tierra y no se necesitan conexiones adicionales en la caja durante la instalación del equipo, no se requiere un medio separado para poner a tierra el motor.

TABLA 430-12(c)(1).- Espacio para las terminales (terminales fijas)

Tensión eléctrica nominal V	Espaciamento mínimo en cm	
	Entre las terminales de línea	Entre las terminales de línea y otras partes metálicas No aisladas
240 o menos	0,6	0,6
Mayores de 250 a 600 inclusive	0,9	0,9

TABLA 430-12 (c)(2).- Volúmenes utilizables (terminales fijas)

Tamaño o designación del conductor alimentador		Volumen mínimo utilizable por cada conductor alimentador cm ³
mm ²	AWG	
2,08	14	16
3,31 y 5,26	12 y 10	20
8,37 y 13,3	8 y 6	37

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 conmutadores 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.

430-16. Depósito o acumulaciones de polvo. En lugares donde el polvo o material que flote en el ambiente pueda depositarse sobre el motor o dentro del mismo en cantidades tales que afecten su ventilación o enfriamiento y, por consiguiente, puedan originar temperaturas peligrosas, se deben emplear motores tipo cerrados que no se sobrecalienten al trabajar en esas condiciones.

NOTA: En condiciones especialmente severas puede requerirse el uso de motores cerrados ventilados mediante tuberías o ubicar las envolventes en locales separados herméticos al polvo, debidamente ventilados por una fuente de aire limpio.

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.

430-18. Tensión eléctrica nominal de sistemas de rectificación. Para determinar la tensión eléctrica nominal de un sistema derivado de rectificación, se debe usar el valor nominal de tensión eléctrica de la onda de c.a. que esté siendo rectificada.

Excepción: Se debe utilizar la tensión eléctrica nominal de la onda de c.c. del rectificador, si ésta excede el valor de pico de la onda de tensión eléctrica de c.a. que está siendo rectificada.

B. Conductores para circuitos de motores

430-21. Disposiciones generales. En esta Parte B, se especifica el tamaño nominal de los conductores con capacidad para alimentar un motor, los cuales transportan la corriente eléctrica necesaria sin que se presente sobrecalentamiento, bajo las condiciones especificadas.

Excepción: Las disposiciones establecidas en 430-124 se aplican para tensiones superiores a 600 V nominales.

Las disposiciones de los Artículos 250, 300 y 310 no deben aplicarse a los conductores que forman parte integral de un equipo aprobado o a conductores integrados a motores, controles de motores y similares.

NOTA 1: Véase 300-1 (b) y 310-1 para condiciones similares.

NOTA 2: Véase 430-9 (b) para terminales requeridas en dispositivos y de equipos.

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) Envoltentes de terminales separadas. Los conductores entre un motor estacionario de potencia nominal de 746 W (1 CP) o menor y con envoltente 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.

430-23. Secundario del motor de rotor devanado

a) Servicio continuo. Para un motor de corriente alterna (c.a.) con rotor devanado que opera en servicio continuo, los conductores que conecten al rotor devanado del motor con su equipo de control deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que 125% de la corriente eléctrica a plena carga del devanado del motor.

b) Servicio no continuo. Para un motor de c.a. que opera en servicio no continuo, los conductores deben tener una capacidad de conducción de corriente, en por ciento de la corriente eléctrica a plena carga del rotor devanado, no menor que lo especificado en la Tabla 430-22 (b).

c) Resistencia separada de los controles. Cuando la resistencia secundaria está separada de los controles del motor de rotor devanado, la capacidad de conducción de corriente de los conductores entre el control y la resistencia, no debe ser menor que la mostrada en la Tabla 430-23 (c).

TABLA 430-23(c).- Conductor del secundario

Clasificación de servicio en función de la resistencia	Capacidad de conducción de corriente del conductor en por ciento de la corriente eléctrica del secundario a plena carga
Arranque ligero	35
Arranque pesado	45
Arranque extra-pesado	55
Arranque intermitente ligero	65
Arranque intermitente medio	75
Arranque intermitente pesado	85
Servicio continuo	110

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.

430-27. Motores con capacitores. Cuando se instalen capacitores en los circuitos de los motores, los conductores eléctricos deben cumplir con lo establecido en 460-8 y 460-9.

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.

430-29. Motores de corriente continua (c.c.) de tensión eléctrica constante - Resistencias de potencia.- Los conductores que conectan el controlador del motor a las resistencias de potencia para acelerar el motor, así como para el frenado dinámico, éstas se encuentran montadas en forma separada de la armadura, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que los valores indicados en la Tabla 430-29, para corriente eléctrica del motor a plena carga. Si se usa una resistencia en derivación, la capacidad de conducción de corriente del conductor de aceleración debe estar de acuerdo con la corriente eléctrica a plena carga del motor más la corriente eléctrica de la resistencia en derivación del inducido del motor.

Los conductores de la resistencia en derivación deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la que se calcula con la Tabla 430-29, tomando la corriente eléctrica de la resistencia a plena carga.

TABLA 430-29. Factores de capacidad de conducción de corriente de los conductores para resistencias de potencia

Tiempo en segundos		Capacidad de conducción de corriente de los conductores en por ciento de la corriente a plena carga del motor
Encendido	Apagado	
5	75	35
10	70	45
15	75	55
15	45	65
15	30	75
15	15	85
Servicio continuo		110

C. Protección de sobrecarga de los motores y de sus circuitos derivados

430-31. Disposiciones generales. Las disposiciones de la Parte C especifican los dispositivos de sobrecarga destinados a proteger a los motores, a los aparatos para el control de los mismos y a los conductores de los circuitos derivados que los alimentan, contra el calentamiento excesivo debido a sobrecargas y fallas en el arranque.

Una sobrecarga de un aparato eléctrico origina una sobrecorriente que, si persiste por un tiempo prolongado, puede dañar o calentar peligrosamente el aparato. Esto no incluye a los cortocircuitos ni a las fallas a tierra.

NOTA - Los controladores de las bombas eléctricas principales y auxiliares (jockey) de los sistemas contra incendio, no deberán tener relevadores de sobrecarga, ya que deben transportar indefinidamente la corriente de rotor bloqueado del motor o motores. Ver artículo 695.

Los requisitos de esta Sección no son aplicables a circuitos de motores que operen en tensiones eléctricas nominales mayores de 600 V. Véase Parte J.

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 ensamble 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 interrumpa 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 desconectador 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.

430-34. Selección del relevador de sobrecarga. Cuando el relevador de sobrecarga se selecciona de acuerdo con lo especificado en 430-32(a)(1) y (c)(1) y no sea suficiente para soportar la carga aplicada, se permite utilizar el relevador inmediato superior, siempre que su corriente eléctrica de disparo no exceda los por cientos de la corriente del motor operando a plena carga indicados a continuación:

- Motores con factor de servicio indicado no menor que 1,15	140%
- Motores con indicación de elevación de temperatura no mayor que 40°C:	140%
- Todos los demás motores:	130%

Si no se tiene alguna derivación durante el arranque, como se indica en 430-35, el dispositivo de protección contra sobrecarga debe tener el suficiente retardo de tiempo para que permita al motor arrancar y acelerar su carga.

NOTA: Un relevador de sobrecarga clase 20 o 30 da un tiempo de aceleración al motor, mayor que uno de clase 10 o 20. El empleo de un relevador de sobrecarga de clase mayor evita la necesidad de seleccionar un dispositivo de corriente de disparo mayor.

430-35. Derivaciones durante el periodo de arranque

a) Arranque no automático. La protección contra sobrecarga de un motor con arranque no automático, puede ponerse en derivación o desconectarse del circuito durante el periodo de arranque, siempre que el dispositivo que lo ponga en derivación o lo desconecte no pueda quedarse en la posición de arranque, además, que los fusibles o el interruptor automático de tiempo inverso del motor estén calibrados o ajustados a no más de 400% de la corriente eléctrica a plena carga del motor y estén ubicados en el circuito de tal forma que funcionen durante el periodo de arranque del motor.

b) Arranque automático. Si el motor arranca automáticamente, el dispositivo de protección contra sobrecarga no debe ser puesto en derivación o desconectado del circuito.

Excepción: La protección de sobrecarga del motor puede derivarse o desconectarse del circuito durante el arranque automático del motor cuando:

1) El periodo de arranque del motor exceda el tiempo de retardo de los dispositivos de protección contra sobrecarga del motor.

2) Cuando se cuente con los medios aprobados para:

a) Verificar la rotación del motor, previniendo la derivación o la desconexión del circuito en caso de falla del motor en el arranque.

b) Limitar el tiempo de la protección de sobrecarga en derivación o desconexión del circuito, a un tiempo menor que el rango del tiempo de operación del motor a rotor bloqueado.

c) Prever el paro y la restauración manual del arranque del motor si no alcanza la condición de operación normal.

430-36. Uso de fusibles. Cuando se utilicen fusibles para la protección de sobrecarga de los motores, se debe intercalar un fusible en cada conductor de fase. Asimismo intercalar un fusible también en el conductor puesto a tierra, cuando el sistema de alimentación es de tres hilos, tres fases, en c.a., con un conductor puesto a tierra.

430-37. Dispositivos que no sean fusibles. Cuando se utilicen dispositivos que no sean fusibles para la protección contra la sobrecarga del motor, el número mínimo permitido y la ubicación de los dispositivos de sobrecarga, tales como bobinas de disparo o relevadores, debe estar de acuerdo con lo indicado en la Tabla 430-37.

430-38. Número de conductores abiertos por el dispositivo de sobrecarga. Los dispositivos de protección contra sobrecarga de los motores que no sean fusibles, elementos térmicos de corte o protectores térmicos, deben desconectar simultáneamente un número suficiente de conductores de fase para interrumpir el flujo de la corriente eléctrica al motor.

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.

430-40. Relevador de sobrecarga. Los elementos térmicos de corte, relevador de sobrecarga y otros dispositivos para la protección contra sobrecarga del motor, que no sean capaces de interrumpir cortocircuitos, deben estar protegidos por fusibles o por interruptores automáticos con capacidad nominal o ajuste de acuerdo con lo indicado en 430-52 o por un dispositivo interno protector del cortocircuito, de acuerdo con lo indicado en 430-52.

Excepción 1: A menos que estén aprobados para instalación en grupo y lleven marcada la capacidad máxima del fusible o del interruptor automático de tiempo inverso mediante el cual están protegidos.

Excepción 2: La intensidad nominal del fusible o del interruptor automático debe estar marcada sobre la placa de características del equipo aprobado en el cual se use el elemento térmico de corte o relevadores de sobrecarga.

NOTA: Para interruptores automáticos de disparo instantáneo o un dispositivo protector de cortocircuito. Véase 430-52.

TABLA 430-37.- Dispositivos de sobrecarga para protección del motor

Tipo de motor	Sistema de alimentación	Número y ubicación de dispositivos de sobrecarga tales como bobinas de disparo o relevadores
1 fase c.a. o c.c.	2 hilos, 1 fase c.a. o c.c. ninguno puesto	Uno en cualquier conductor.

	a tierra.	
1 fase c.a. o c.c.	2 hilos, 1 fase c.a. o c.c., un conductor puesto a tierra.	Uno en el conductor no puesto a tierra
1 fase c.a. o c.c.	3 hilos, 1 fase c.a. o c.c., con neutro puesto a tierra	Uno en cualquiera de los conductores no puestos a tierra
1 fase c.a.	Cualquiera de las 3 fases	Uno en el conductor no puesto a tierra
2 fases c.a.	3 hilos, 2 fases c.a., ninguno puesto a tierra	2, uno en cada fase
2 fases c.a.	3 hilos, 2 fases c.a., con 1 conductor puesto a tierra.	2 en los conductores no puestos a tierra
2 fases c.a.	4 hilos, 2 fases c.a., con o sin conductor de puesta a tierra.	2, uno por fase en conductores no puestos a tierra
2 fases c.a.	5 hilos, 2 fases c.a., con neutro puesto o no a tierra.	2, uno por fase en cualquier conductor no puesto a tierra
3 fases c.a.	Cualquiera de las 3 fases.	3, uno en cada fase*

***Excepción:** No se exige una unidad de sobrecarga en cada fase cuando se suministra protección contra sobrecarga por otros medios aprobados

430-42. Motores en circuitos derivados de uso general. La protección contra sobrecarga, para motores instalados en circuitos derivados de uso general permitida en el Artículo 210, debe disponerse como se indica en los incisos a continuación:

a) No mayor que 746 W (1 CP). En los circuitos derivados de uso general pueden conectarse uno o más motores sin protección individual contra sobrecargas solamente cuando se cumplan las limitaciones especificadas en 430-32(b) y (c) y en 430-53(a)1 y (a)2.

b) Mayor a 746 W (1 CP). Los motores de potencias mayores que las especificadas en 430-53 (a) pueden ser conectados a circuitos derivados de uso general solamente en caso de que cada motor esté protegido contra sobrecargas, según lo indicado en 430-32. Tanto el control como el dispositivo de protección contra sobrecargas deben marcarse para su instalación en grupo con el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra debidamente seleccionado de acuerdo con lo indicado en 430-53.

c) Conectados mediante cordón y clavija a un receptáculo. Cuando un motor se conecta a un circuito derivado por medio de una clavija a un receptáculo y la protección individual contra sobrecarga es omitida, como está indicado en (a) anterior, la capacidad de la clavija y del receptáculo no debe ser mayor que 15 A en 120 V o 127 V o 10 A en 250 V. Cuando la protección individual contra sobrecarga es requerida, como se establece en (b) anterior, para un motor o un artefacto accionado por motor provisto de una clavija para conectarlo a un circuito derivado a través de un receptáculo, el dispositivo contra sobrecarga debe ser parte integral del motor o del artefacto. La capacidad de la clavija y del receptáculo determinará la capacidad nominal del circuito al cual se conectará el motor, como se establece en el Artículo 210.

d) Retardo de tiempo. El dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra de un circuito derivado en el cual el motor o artefacto accionado por motor está conectado, debe tener el suficiente retardo de tiempo para permitir que el motor arranque y acelere con carga.

430-43. Reiniciación automática. No debe instalarse ningún dispositivo de protección contra sobrecarga del motor, que pueda iniciar automáticamente el arranque de un motor, después de una desconexión o disparo por sobrecarga, a menos que sea aprobado para su uso con el motor al cual protege. No debe instalarse un sistema o dispositivo que pueda restablecer en forma automática el arranque del motor después de un paro por falla, si la reanudación automática del arranque puede ocasionar daños a personas.

430-44. Paradas programadas. Si una parada automática inmediata de un motor mediante un dispositivo de protección de sobrecarga introduce riesgos adicionales o incrementa los riesgos a personas, y si es necesaria una operación continua del motor para una parada segura del equipo o del proceso, debe conectarse un dispositivo sensor de sobrecarga del motor de acuerdo con las disposiciones de la parte C de esta Sección, que opere una alarma supervisada, en lugar de causar una interrupción inmediata del motor, de tal manera que pueda iniciarse una acción correctiva o una parada programada.

D. Protección de circuitos derivados para motores contra cortocircuitos y fallas a tierra

430-51. Disposiciones generales. La Parte D especifica los dispositivos destinados a proteger a los conductores de los circuitos derivados para motores, a los aparatos de control de motores y a los motores, contra sobrecorrientes eléctricas debidas a cortocircuitos o fallas a tierra. Estas disposiciones se suman a las disposiciones del Artículo 240 o las modifican. Los dispositivos contemplados en la parte D no incluyen a aquéllos requeridos por 210-8, 230-95 y 305-6.

Las disposiciones de la Parte D no se aplican a circuitos de motores con tensiones mayores de 600 V. Véase Parte J.

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.

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 exceda 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;

(2) 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.

430-56. Conductores en los que se deben instalar dispositivos de protección del circuito derivado. Los dispositivos de protección de circuitos derivados deben cumplir con los requisitos indicados en 240-20.

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.

E. Protección de alimentadores de motores contra cortocircuito y fallas a tierra

430-61. Disposiciones generales. Las disposiciones de la Parte E especifican los dispositivos destinados a la protección de los conductores de los alimentadores de motores contra sobrecorriente, debida a cortocircuito y falla a tierra.

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.

F. Circuitos de control de motores

430-71. Disposiciones generales. La Parte F contiene modificaciones a los requisitos generales y se aplica a las condiciones particulares de los circuitos de control de motores.

NOTA: Véase 430-9(b) para requisitos en terminales de equipo.

Definición de circuito de control de motor: El circuito de control de un aparato eléctrico o sistema de control es el circuito que transporta las señales eléctricas que gobiernan el funcionamiento del controlador, pero no transporta la corriente eléctrica del circuito principal de energía.

430-72. Protección contra sobrecorriente

a) Disposiciones generales. Un circuito de control de motor, derivado del lado de carga de un dispositivo o dispositivos de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de un circuito de motor y que controle al motor o motores conectados al circuito debe estar protegido contra sobrecorriente de acuerdo con lo establecido en 430-72. Dicho circuito de control no es considerado como un circuito derivado y se permite su protección, ya sea por un dispositivo o dispositivos suplementarios o por dispositivos de protección contra sobrecorriente de circuitos derivados.

b) Protección de conductores. La protección de sobrecorriente para los conductores no debe exceder los valores especificados en la Columna A de la Tabla 430-72(b).

Excepción 1: Los conductores que no se extiendan fuera de la envolvente del equipo de control del motor requieren protección sólo contra cortocircuitos y fallas a tierra y pueden protegerse por el o los dispositivos protectores contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado del motor cuando la capacidad del dispositivo o los dispositivos protectores no sea mayor que el valor especificado en la Columna B de la Tabla 430-72(b).

Excepción 2: Los conductores que se extiendan fuera de la envolvente del equipo de controlador del motor requieren sólo protección contra cortocircuito y falla a tierra y pueden protegerse por el o los dispositivos protectores contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado del motor, cuando la capacidad del dispositivo o los dispositivos protectores no sea mayor que el valor especificado en la Columna C de la Tabla 430-72(b).

Excepción 3: Los conductores en el lado secundario de un transformador monofásico que tenga sólo dos cables en el secundario deben ser considerados como protegidos contra sobrecorriente provista en el lado primario (de suministro) del transformador, siempre y cuando esta protección no exceda el valor determinado al multiplicar el valor máximo apropiado del dispositivo de sobrecorriente para el conductor secundario de la Tabla 430-72(b), por la relación de transformación. Los conductores secundarios del transformador (que no sean de dos hilos) no se consideran protegidos por la protección de sobrecorriente del primario.

Excepción 4: Los conductores de un circuito de control sólo requieren protección contra cortocircuito y falla a tierra y se permite que queden protegidos solamente por la protección del circuito derivado del motor cuando la apertura del circuito de control pudiera crear un riesgo, como por ejemplo el circuito de control de los motores de las bombas de incendio y similares.

TABLA 430-72 (b).- Máximo ajuste de los dispositivos de protección por sobrecorriente en amperes (A)

Conductor del circuito de control		Columna A Regla básica		Columna B Excepción 1		Columna C Excepción 2	
mm ²	AWG	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
0,824	18	7	---	25	---	7	---
1,31	16	10	---	40	---	10	---

2,08	14	nota 1	---	100	---	45	---
3,31	12	nota 1	---	120	---	60	---
5,26	10	nota 1	---	160	---	90	---
mayor que 5,26	mayor que 10	nota 1	nota 1	nota 2	nota 2	nota 3	nota 3

NOTAS

1.- Valores especificados en 310-15, según sea aplicable.

2.- 400% del valor especificado en la Tabla 310-17 para conductores de 60°C.

3.- 300% del valor especificado en la Tabla 310-16 para conductores de 60°C.

c) Transformadores de los circuitos de control. Cuando se provee un transformador en el circuito de control, el transformador debe estar protegido de acuerdo con lo indicado en el Artículo 450.

Excepción 1: Cuando los transformadores del circuito de control con capacidad menor que 50 VA sean parte integral del controlador del motor y estén localizados dentro del envoltente del controlador del motor.

Excepción 2: Cuando la corriente primaria del transformador del circuito de control sea menor que 2 A, se permite un dispositivo de sobrecorriente en el circuito primario, con rango o ajuste a no más de 500% de la corriente primaria.

Excepción 3: Cuando el transformador alimenta a un circuito Clase 1 de energía limitada (véase 725-11 (a), circuitos de control remoto, Clase 2 o Clase 3, en conformidad con los requisitos del Artículo 725. Véase el Artículo 725, Parte C.

Excepción 4: Cuando la protección es proporcionada por otros medios aprobados.

Excepción 5: La protección contra sobrecorriente se omite cuando la apertura del circuito de control pudiera crear un riesgo, como por ejemplo, el circuito de control de los motores de las bombas de incendio y similares.

430-73. Protección mecánica del conductor. Si el daño a un circuito de control de motor pudiera provocar un peligro, todos los conductores de dicho circuito de control remoto del motor que estén fuera del dispositivo de control, deben instalarse en una canalización o estar protegidos de alguna otra manera adecuada contra daño físico.

Quando el conductor de un lado del circuito de control de motor esté puesto a tierra, el circuito de control remoto del motor debe disponerse de manera tal que si se produce un contacto accidental a tierra en los dispositivos de control remoto:

- (1) no arranque el motor y
- (2) no elimine la operación de los dispositivos manuales de disparo o los dispositivos automáticos de paro de seguridad.

430-74. Desconexión

a) Disposiciones generales. Los circuitos de control de motor deben disponerse de forma que sean desconectados de todas las fuentes de suministro cuando los medios de desconexión estén en la posición de abierto. Los medios de desconexión pueden estar constituidos por dos o más dispositivos separados, uno de los cuales desconecta al motor y al control de la fuente de suministro del motor y los otros al circuito o a los circuitos de control de motor de su(s) fuente(s) de suministro. Cuando se utilicen dos dispositivos separados deben instalarse uno junto al otro.

Excepción 1: Cuando sea necesario desconectar más de doce conductores del circuito de control de motor, se permite que los dispositivos de desconexión no se ubiquen uno junto al otro, siempre y cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

a. Se limite el acceso a las partes vivas solamente a personas calificadas, de acuerdo con lo indicado en la Parte K de esta Sección.

b. Se coloque permanentemente un rótulo de advertencia en la parte de la envoltente o tapa de cada equipo que permita el acceso a las partes activas de los circuitos de control del motor, alertando que los dispositivos de desconexión de los circuitos de control de motor estén ubicados en zonas alejadas al equipo y especificando la localización e identificación de cada conexión. Si las partes vivas no están dentro de la envoltente de un equipo tal como se permite en 430-132 y 430-133, debe ubicarse uno o varios rótulos de

advertencia adicionales en un sitio visible, para las personas que pudieran estar trabajando en el área de las partes energizadas.

Excepción 2: Si la apertura de uno o más de los dispositivos de desconexión de los circuitos de control del motor pudiese originar condiciones potencialmente inseguras tanto para el personal como para las propiedades, y se cumplen las condiciones (a) y (b) de la Excepción 1, arriba mencionados.

b) Transformador de control en envoltentes de control. Cuando se utiliza un transformador u otro dispositivo para obtener una tensión eléctrica reducida para el circuito de control de motor y se localiza en la envoltente del controlador, dicho transformador o dispositivo deberá conectarse al lado de la carga de los dispositivos de desconexión del circuito de control del motor.

G. Controladores de motores

430-81. Disposiciones generales. Las disposiciones de la Parte G especifican los controladores adecuados para todos los motores.

a) Definición. Para la definición de "controlador", véase el Artículo 100. Para propósitos de este Artículo, un "controlador" es cualquier desconectador o dispositivo normalmente utilizado para arrancar y parar un motor, cerrando o abriendo el circuito del motor.

b) Motores estacionarios no mayores a 93,0 W (1/8 CP). El dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado puede servir como controlador para motores estacionarios no mayores a 93,0 W (1/8 CP) que normalmente se dejan funcionando y están contruidos de forma que no puedan ser dañados ni por sobrecarga, ni por falla en el arranque, como por ejemplo, motores de relojes y similares.

c) Motores portátiles no mayores a 249 W (1/3 CP). Para un motor portátil no mayor que 249 W (1/3 CP), el controlador puede ser un receptáculo y su clavija.

430-82. Diseño del controlador

a) Arranque y paro. Todo controlador debe ser capaz de arrancar y parar al motor que controla, y ser capaz de interrumpir la corriente eléctrica de rotor bloqueado del motor.

b) Autotransformador. Un controlador de autotransformador debe tener una posición de "abierto", una posición de marcha y, por lo menos, una posición de arranque. Este debe diseñarse de manera que no pueda quedar en la posición de arranque o en cualquier otra posición que pueda dejar inoperante el dispositivo de protección contra sobrecorriente en el circuito.

c) Reóstatos. Los reóstatos de arranque deben cumplir con lo siguiente:

1) Los reóstatos de arranque de motores deben estar diseñados de manera que el brazo de contacto no pueda quedar sobre segmentos intermedios. El punto o placa sobre la cual queda el brazo en la posición de arranque, no debe tener conexión eléctrica con la resistencia.

2) Los reóstatos de arranque de los motores de corriente continua que funcionan con suministro de tensión eléctrica constante, deben estar equipados con dispositivos automáticos que interrumpan el suministro, antes de que la velocidad del motor haya disminuido a menos de la tercera parte de su valor nominal.

430-83. Capacidades nominales

a) Capacidades nominales en kW (CP) a la tensión eléctrica de suministro. El controlador debe tener una capacidad nominal en kW o CP a la tensión eléctrica de suministro que no debe ser menor que la del motor.

Excepción 1: Un controlador para un motor Diseño E de más de 1,50 kW (2 CP) nominales, debe cumplir además una de las dos condiciones siguientes:

a. Estar marcado y aprobado para usarse con un motor Diseño E.

b. Tener una potencia nominal en kW o CP no menor que 1,4 veces la potencia nominal de un motor con capacidad de 2,25 kW a 74,60 kW (3 CP a 100 CP) nominales, o no menor que 1,3 veces la potencia nominal de un motor con capacidad de más de 74,60 kW (100 CP) nominales.

Excepción 2: Se permite que, para un motor estacionario de 1,50 kW (2 CP) nominales o menos y 300 V o menos, el controlador sea un desconectador de uso general de una capacidad nominal no inferior al doble de la capacidad nominal del motor a plena carga.

En los circuitos de c.a. se permite utilizar desconectadores de uso general de acción rápida y uso general que sean adecuados sólo para uso en circuitos de c.a. (no desconectadores de uso general de c.a.-c.c.) como controladores de motores de 1,50 kW (2 CP) nominales o menos y 300 V nominales o menos, cuya capacidad nominal a plena carga no sea superior a 80% de la capacidad nominal del desconectador.

Excepción 3: Se permite como controlador a un interruptor automático de tiempo inverso. Cuando ese interruptor automático se use también para protección contra sobrecargas, debe cumplir las disposiciones de este Artículo en lo que se refiere a protección contra sobrecargas.

Excepción 4: El controlador de un motor de alto par debe tener una capacidad nominal en servicio continuo y a plena carga no inferior a la capacidad nominal del motor que conste en su placa de características. Para un controlador clasificado en kW o CP pero no marcado con la anterior capacidad nominal, su capacidad nominal equivalente se deberá determinar a partir de su clasificación en kW o CP, de acuerdo con lo indicado en las Tablas 430-147, 430-148, 430-149 o 430-150.

Excepción 5: No es necesario que los dispositivos, que según 430-81(b) y (c) sirvan como controladores, estén clasificados en kW o en CP.

b) Tensión eléctrica nominal. Un controlador con tensión eléctrica como por ejemplo 240 V o 480 V puede instalarse en un circuito en el cual la tensión eléctrica nominal entre dos conductores no exceda la capacidad de tensión eléctrica del controlador. Un controlador con tensión eléctrica señalada con una diagonal, por ejemplo 120/240 V o 480/277 V, sólo debe utilizarse en circuitos en los cuales la tensión eléctrica nominal a tierra de cualquier conductor no exceda la tensión eléctrica nominal menor del controlador y la tensión eléctrica nominal entre dos conductores no exceda el valor nominal mayor del controlador.

430-84. No es necesario interrumpir todos los conductores. No se requiere que el controlador interrumpa todos los conductores del motor.

Excepción: Cuando el controlador funcione también como dispositivo de desconexión, debe interrumpir todos los conductores de fase del motor de acuerdo con lo previsto en 430-111.

430-85. En conductores puestos a tierra. Un polo del controlador puede interrumpir un conductor puesto permanente a tierra siempre que el controlador esté diseñado de manera que el polo en el conductor puesto a tierra no pueda abrirse sin interrumpir simultáneamente todos los conductores del circuito.

430-87. Número de motores alimentados por cada controlador. Cada motor debe estar provisto de un controlador individual.

Excepción: Puede preverse un solo controlador para un grupo de motores, hasta 600 V de capacidad nominal no menor que la suma de los valores nominales de los motores en grupo, de acuerdo con lo indicado en cualquiera de las condiciones siguientes:

a. Cuando varios motores accionen varias partes de una misma máquina o partes de un aparato eléctrico, tales como máquinas para trabajar madera y metales, grúas, elevadores y aparatos similares.

b. Cuando un grupo de motores esté protegido por un dispositivo de 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 el controlador.

430-88. Motores de velocidad ajustable. Los motores de velocidad ajustable controlados por medio de un regulador de campo, deben equiparse y conectarse de manera que no puedan arrancar con campo reducido.

Excepción: Cuando están diseñados para arrancar de esa forma.

430-89. Limitación de velocidad. Las máquinas de los tipos indicados a continuación deben estar provistas de dispositivos u otros medios limitadores de velocidad.

a) Motores de corriente continua excitados separadamente.

b) Motores tipo serie.

c) Grupos motor-generador y convertidores. Los grupos motor-generador y convertidores que puedan ser accionados a velocidad excesiva del lado de la corriente continua, ya sea por invertirse el sentido de la corriente eléctrica o por disminución de carga.

Excepción 1: Cuando las características inherentes a las máquinas, el sistema o la carga y la conexión mecánica a ella sean tales que limiten la velocidad de forma segura.

Excepción 2: Cuando la máquina esté siempre bajo el control manual de personal calificado.

430-90. Combinación de desconectador y portafusible como controlador. La capacidad de una combinación de desconectador y portafusible que se use como controlador, debe ser tal que el portafusible admita el tamaño del fusible adecuado como se especifica en la Parte C de este Artículo, para la protección contra sobrecarga del motor.

Excepción: Cuando los fusibles sean de retardo de tiempo adecuado para las características de arranque del motor, se permite usar portafusibles de menor tamaño que los especificados en la Parte C de esta Sección.

430-91. Tipo de envoltente para controladores, desconectadores y dispositivos de protección contra cortocircuito de motores. Las tablas 430-91 proporcionan los datos para seleccionar el tipo de envoltente a emplear en áreas no peligrosas, de acuerdo con la clasificación norteamericana.

La Tabla 430-91(a) proporcionan los datos para seleccionar el tipo de envoltente a emplear en áreas no peligrosas, de acuerdo con la clasificación internacional (IEC).

Las envoltentes no son para protección contra condensación, congelamiento, corrosión o contaminación, que pueda ocurrir en su interior ya sea por orificios no sellados o por tubo (conduit). Estas condiciones interiores del envoltente requieren una especial consideración del instalador y del usuario.

TABLA 430-91.- Selección de envoltentes para controladores de motores
(Clasificación norteamericana)

USO EXTERIOR							
Protección contra las siguientes condiciones ambientales	Tipo de envoltente**						
	3	3R	3S	4	4X	6	6P
Contacto incidental con el gabinete	X	X	X	X	X	X	X
Lluvia, nieve, granizo	X	X	X	X	X	X	X
Granizo*			X				
Polvo en suspensión en el aire	X		X	X	X	X	X
Escurrimiento en las canalizaciones				X	X	X	X
Agentes corrosivos					X		X
Inmersión temporal						X	X
Inmersión prolongada							X

*El mecanismo debe ser operable cuando está cubierto de hielo

USO INTERIOR										
Protección contra las siguientes condiciones ambientales	Tipo de envoltente**									
	1	2	4	4x	5	6	6P	12	12k	13
Contacto incidental con el gabinete	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acumulación de suciedad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Caída de líquidos y goteo ligero		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Polvo circulante, pelusa, fibras.			X	X	X	X	X	X	X	X
Depósito de polvo, pelusas y fibras			X	X	X	X	X	X	X	X
Escurrimiento y salpicaduras de agua			X	X		X	X			
Filtración aceite y líquido refrigerante								X	X	X
Salpicaduras de aceite y refrigerante										X
Agentes corrosivos				X			X			
Inmersión temporal						X	X			

Inmersión prolongada							X			
----------------------	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--

** El tipo de envolvente debe estar marcado en la cubierta del controlador del motor

TABLA 430-91(a).- Selección de envolventes para controladores de motores

(Clasificación IEC)

Elemento	Números o letras	Significado para protección del equipo	Significado para protección de personas
Letras del código	IP**	---	---
Primer número característico	0 1 2 3 4 5 6	Contra el ingreso de objetos extraños sólidos (No protegido) ≥ 50 mm de diámetro ≥ 12,5 mm de diámetro ≥ 2,5 mm de diámetro ≥ 1,0 mm de diámetro Protegido contra el polvo Hermético al polvo	Contra el acceso a partes peligrosas con (No protegido) Dorso de la mano Dedo Herramienta Alambre Alambre Alambre
Segundo número característico	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Contra el ingreso de agua con efectos perjudiciales (No protegido) Goteo vertical Goteo (15° de inclinación) Rocío Salpicado Chorro Chorro fuerte Inmersión temporal Inmersión continua	---
Letra adicional (opcional)	A B C D	---	Contra el acceso a partes peligrosas con: Dorso de la mano Dedo Herramienta Alambre
Letra suplementaria (opcional)	H M S W	Información específica suplementaria: Aparatos de alta tensión Movimiento durante la prueba de agua Fijo durante la prueba de agua Condiciones climáticas	---

** El tipo de envolvente debe estar marcado en la cubierta del controlador del motor

Nota: Ver en el Apéndice D la definición de las clasificaciones norteamericana e Internacional (IEC).

H. Centros de control de motores (CCM)

430-92. Disposiciones generales. La Parte H se refiere a los centros de control de motores (CCM) instalados para controlar motores, sistemas de alumbrado y alimentadores a otros dispositivos eléctricos.

Un CCM es un ensamble de una o más secciones de gabinetes que cuentan con una barra común de alimentación y que están formados principalmente por unidades o secciones de controladores de motores.

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) Espaciamento. La distancia entre las barras espaciadores 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 aislen 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	Entre partes vivas de polaridad opuesta		Entre partes vivas y partes metálicas de puesta a tierra a través del aire y sobre la superficie
	Sobre la superficie	A través del aire	
V	mm	mm	mm
No mayor que 127	19	12	12
No mayor que 250	31	19	12
No mayor que 600	51	25	25

430-98. Marcado

a) CCM. Los CCM deben estar marcados de acuerdo con lo señalado en 110-21. Dicho marcado debe ser plenamente visible después de la instalación, y debe incluir el valor de la capacidad de las barras conductoras y el valor de la corriente de cortocircuito para lo que fue diseñado. Véase 110-2.

b) Unidades de control de motores. Cada controlador instalado en una sección del CCM debe cumplir con lo indicado en 430-8.

I. Medios de desconexión

430-101. Generalidades. Las disposiciones de la Parte I establecen requerimientos para los medios de desconexión de motores y controladores de los circuitos que los alimentan.

NOTA 1: Véase Diagrama 430-1.

NOTA 2: Véase 110-22 para identificación de los medios de desconexión.

430-102. Localización

a) Controlador. Se debe instalar un medio de desconexión a la vista desde la posición del controlador.

Excepción 1: Para circuitos de motores de más de 600 V nominales, el medio de desconexión del controlador puede ser instalado fuera de la vista de éste, siempre y cuando esté marcado con una leyenda de advertencia que indique la ubicación e identificación del medio de desconexión a ser bloqueado en la posición de abierto.

Excepción 2: Puede instalarse un medio de desconexión individual al lado de un grupo de controladores coordinados, de una máquina de proceso continuo con varios motores.

b) Motor. Se debe instalar un medio de desconexión a la vista desde la ubicación del motor y de la máquina que maneja.

Excepción: Cuando sea posible que el medio de desconexión indicado en 430-102 (a) sea bloqueado individualmente en la posición de abierto.

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.

430-104. Indicadores de posición. Los medios de desconexión deben tener claramente indicado si están en la posición de "abierto" o "cerrado".

430-105. 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.

430-107. Fácilmente accesible. Uno de los medios de desconexión debe estar fácilmente accesible.

430-108. 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 430-109 y 430-110.

430-109. 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:

1) La 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.

430-111. Desconectador o interruptor automático usado como medio de desconexión y como controlador. Un desconectador de seguridad o un interruptor automático que cumpla con las disposiciones de

la Sección 430-83 puede ser utilizado a la vez como medio de desconexión y como controlador, siempre que interrumpa todos los conductores de fase del motor que está protegiendo y que tenga un dispositivo de sobrecorriente (que pueden ser los fusibles del circuito derivado), y que sea uno de los tipos siguientes:

- a) Desconectador en aire accionado manualmente.
- b) Un interruptor automático de tiempo inverso accionable manualmente.
- c) Desconectador en aceite. Un desconectador en aceite usado en un circuito que no exceda de 600 V o 100 A o en un circuito que exceda esta capacidad bajo supervisión de personas calificadas.

El desconectador en aceite mencionado anteriormente puede ser de potencia y de operación manual.

El dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege al controlador puede ser parte de éste o bien estar separado.

Un controlador tipo autotransformador debe estar provisto con medios de desconexión separados.

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.

J. Motores que operan a más de 600 V nominales

430-121. Disposiciones generales. Las disposiciones de esta parte consideran los riesgos adicionales provocados por el uso de una tensión eléctrica más alta; son adicionales o modifican a las demás disposiciones de este Artículo. En el Artículo 710 se establecen otras disposiciones relativas a la operación de equipos de más de 600 V.

430-122. Identificación de los controles. Además de las indicaciones requeridas por 430-8, los controladores deben estar marcados con la tensión eléctrica de operación del propio controlador.

430-123. Canalizaciones adyacentes a motores. Puede usarse tubo (conduit) metálico flexible o tubo (conduit) metálico flexible a prueba de líquidos, de longitud no mayor que 1,8 m, para la conexión de la canalización a la envolvente de las terminales del motor.

430-124. Tamaño nominal de los conductores. Los conductores para alimentar motores deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que el valor para el cual su dispositivo de protección contra sobrecarga es seleccionado para dispararse.

430-125. Protección contra sobrecorriente en circuitos de motores

a) **Disposiciones generales.** Cada circuito para motor debe incluir una protección coordinada para interrumpir automáticamente las corrientes de falla y de sobrecarga en el motor, los conductores del circuito del motor y los aparatos de control del motor.

Excepción: Cuando un motor es esencial para el funcionamiento de una planta y funcionar hasta que se dañe, si esto es necesario, para prevenir un riesgo mayor para las personas, se permite entonces que el (los)

dispositivo(s) o sensor(es) se conecte(n) a un anunciador de supervisión o a una alarma, en lugar de interrumpir el circuito del motor o de su control.

b) Protección contra sobrecarga

1) Cada motor se debe proteger contra calentamientos peligrosos producidos por sobrecargas y fallas en el arranque, por un protector térmico integrado al motor o por dispositivos externos sensores de corriente o ambas cosas.

2) Los circuitos secundarios de motores de corriente alterna de rotor devanado, incluyendo los conductores, controladores y resistencias de valor adecuado para esta aplicación, se consideran protegidos contra sobrecorriente por los dispositivos de protección contra sobrecarga del motor.

3) El funcionamiento del dispositivo interruptor de sobrecarga debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase.

4) Los dispositivos sensores de sobrecarga no deben restablecerse automáticamente después de un disparo, a menos que el restablecimiento de dicho dispositivo no provoque el arranque automático del motor o que este arranque del motor o de la máquina que acciona no ocasione un peligro a las personas.

c) Protección contra corriente de falla

1) Debe proveerse, en cada circuito de un motor, un medio de desconexión por corriente de falla, por uno de los medios siguientes:

a. Un interruptor automático de tipo y capacidad aprobado e instalado de tal forma que pueda efectuarse su mantenimiento sin peligro, debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase y detectar la corriente de falla por medio de sensores integrales o externos al motor.

b. Deben usarse fusibles de tipo y capacidad aprobados en cada uno de los conductores de fase, empleándose conjuntamente con el medio de desconexión o bien, deben ser del tipo que puedan a la vez ser utilizados como medios de desconexión. Deben estar dispuestos de manera que no puedan ser operados mientras estén energizados.

2) Los dispositivos que interrumpan corrientes de falla no deben cerrar el circuito automáticamente.

Excepción: Donde los circuitos estén expuestos a fallas transitorias y donde el restablecimiento automático no ocasione un riesgo para las personas.

3) Se permite que en un mismo dispositivo se proporcione protección contra sobrecarga y contra corrientes de falla.

430-126. Capacidad nominal de los dispositivos de control de motores. La intensidad máxima de disparo de los relevadores de sobrecorriente (sobrecarga) o de otros dispositivos de protección de los motores, no debe superar 115% de la capacidad nominal del controlador. Cuando el medio de desconexión del circuito derivado de motores sea independiente del controlador, la capacidad nominal del medio de desconexión no debe ser inferior a la corriente eléctrica máxima de disparo de los relevadores de sobrecorriente que haya en el circuito.

430-127. Medio de desconexión. El medio de desconexión del controlador debe quedar bloqueado en posición abierta.

K. Protección de las partes vivas para todas las tensiones eléctricas

430-131. Disposiciones generales. Todas las partes vivas deben estar protegidas en forma adecuada al peligro involucrado.

430-132. Donde se requiere. Las partes vivas expuestas de motores y controles que funcionan a 50 V o más entre terminales deben estar resguardadas contra contacto accidental mediante una envolvente o por su ubicación, como sigue:

a) En un local o en una envolvente que sea accesible exclusivamente a personal calificado.

b) En sala de máquinas, estructura o plataforma a una altura y con una disposición tal que su acceso sea accesible a personal calificado.

c) Elevado sobre el nivel del piso, a 2,40 m o más.

Excepción: Los motores estacionarios que tienen conmutadores colectores y escobillas ubicados dentro del motor y no conectados a circuitos de alimentación que funcionan a más de 150 V con respecto a tierra.

430-133. Resguardos para operadores. Cuando las partes vivas de los motores o de sus controladores operan a más de 150 V con respecto a tierra, están resguardadas contra contacto accidental tan solo por su ubicación en la forma especificada en 430-132 y cuando durante su operación pudiera ser necesario el ajuste

u otra operación del aparato, se deben colocar tarimas aislantes o plataformas convenientemente aisladas de forma que el operador del aparato no pueda tocar las partes vivas sino cuando se encuentre sobre la tarima o plataforma aislada.

L. Puesta a tierra para todas las tensiones eléctricas

430-141. Disposiciones generales. Las disposiciones de la Parte L especifican la puesta a tierra de las partes metálicas expuestas no conductoras de motores y de sus controladores para impedir una tensión eléctrica más elevada con respecto a tierra, en el caso de un contacto accidental entre las partes vivas y los armazones y/o gabinetes. El aislamiento eléctrico, separación o resguardos son alternativas adecuadas de la puesta a tierra de motores en ciertas condiciones.

NOTA: Véase espacios de trabajo en 110-16 y 110-34.

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.

430-143. 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 desconectores 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 430-147.- 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.

TABLA 430-148.- Corriente eléctrica a plena carga, en amperes (A) de motores monofásicos de corriente alterna (c.a.)

Los siguientes valores de corriente eléctrica a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad, en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos. Las tensiones eléctricas listadas son nominales de motores. Las corrientes eléctricas listadas deben utilizarse para tensiones eléctricas de sistemas en los intervalos de 110 V hasta 120 V y 220 V hasta 240 V.

kW	CP	115 V	127 V	208 V	230 V
0,12	1/6	4,4	4,0	2,4	2,2
0,19	1/4	5,8	5,3	3,2	2,9
0,25	1/3	7,2	6,5	4	3,6
0,37	1/2	9,8	8,9	5,4	4,9
0,56	3/4	13,8	11,5	7,6	6,9
0,75	1	16	14,0	8,8	8
1,12	1-½	20	18,0	11	10
1,50	2	24	22,0	13,2	12
2,25	3	34	31,0	18,7	17
3,75	5	56	51,0	30,8	28

5,60	7-½	80	72,0	44	40
7,50	10	100	91,0	55	50

Tabla 430-149.- Corriente a plena carga, en amperes (A), de motores a dos fases de corriente alterna (c.a.) (cuatro hilos)

Los siguientes valores de corriente eléctrica a plena carga corresponden a motores que funcionan a las velocidades normales de motores con bandas y a motores con par normal. Los motores construidos especialmente para baja velocidad o alto par, pueden tener corrientes eléctricas mayores. Los motores de varias velocidades tienen corriente eléctrica que varía con la velocidad, en cuyo caso se debe utilizar las corrientes eléctricas nominales que indique su placa de características. La corriente eléctrica del conductor común de los sistemas de dos fases tres hilos será de 1,41 veces el valor dado.

Las tensiones eléctricas son las nominales de los motores. Las corrientes eléctricas listadas son las permitidas para instalaciones a 110 V - 120 V, 220 V - 240 V, 440 V - 480 V y 550 V - 600 V y 2 200 V - 2 400 V.

kW	CP	MOTORES DE INDUCCION DE JAULA DE ARDILLA Y ROTOR DEVANADO, EN AMPERE (A)				
		115 V	230 V	460 V	575 V	2 300 V
0,37	½	4	2	1	0,8	---
		4.8	2.4	1.2	1.0	---
		6.4	3.2	1.6	1.3	---
1,12	1 ½	9	4,5	2,3	1,8	---
		11.8	5.9	3	2.4	---
			8.3	4.2	3.3	---
3,75	5	---	13,2	6,6	5.3	---
		---	19	9	8	---
		---	24	12	10	---
11,2	15	---	36	18	14	---
		---	47	23	19	---
		---	59	29	24	---
22,4	30	---	69	35	28	---
		---	90	45	36	---
		---	113	56	45	---
44,8	60	---	133	67	53	14
		---	166	83	66	18
		---	218	109	87	23
93,0	125	---	270	135	108	28
		---	312	156	125	32
		---	416	208	167	43

Tabla 430-150.- Corriente eléctrica a plena carga de motores trifásicos de c.a.

Los siguientes valores de corriente eléctrica a plena carga son típicos para motores que funcionen a velocidades normales para transmisión por banda y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par pueden requerir corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples deben tener una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos. Las tensiones eléctricas listadas son nominales de motores. Las corrientes listadas deben usarse para sistemas de tensiones eléctricas nominales de 110 V hasta 120 V, 220 V hasta 240 V, 440 V hasta 480 V y 550 V hasta 600 V.

kW	CP	Motor de inducción Jaula de ardilla y rotor devanado, en amperes (A)							Motor síncrono, con factor de potencia unitario, en amperes (A)			
		V										
		115	200	208	230	460	575	2 300	230	460	575	2 300
0,37	1/2	4,4	2,5	2,4	2,2	1,1	0,9					
0,56	3/4	6,4	3,7	3,5	3,2	1,6	1,3					
0,75	1	8,4	4,8	4,6	4,2	2,1	1,7					
1,12	1-½	12,0	6,9	6,6	6,0	3,0	2,4					
1,50	2	13,6	7,8	7,5	6,8	3,4	2,7					
2,25	3		11,0	10,6	9,6	4,8	3,9					

3,75	5		17,5	16,7	15,2	7,6	6,1					
5,60	7-½		25,3	24,2	22	11	9					
7,46	10		32,2	30,8	28	14	11					
11,2	15		48,3	46,2	42	21	17					
14,9	20		62,1	59,4	54	27	22		53	26	21	
18,7	25		78,2	74,8	68	34	27					
22,4	30		92	88	80	40	32		63	32	26	
29,8	40		120	114	104	52	41		83	41	33	
37,3	50		150	143	130	65	52		104	52	42	
44,8	60		177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
56,0	75		221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
75,0	100		285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
93,0	125		359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
111,9	150		414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
149	200		552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
187	250					302	242	60				
224	300					361	289	72				
261	350					414	336	83				
298	400					477	382	95				
336	450					515	412	103				
373	500					590	472	118				

Para factor de potencia de 90% y 80%, las cantidades anteriores deben multiplicarse por 1,1 y 1,25, respectivamente.

Tabla 430-151 A. - Conversión de corriente eléctrica máxima a rotor bloqueado para motores monofásicos para la selección de controladores y medios de desconexión de acuerdo con la tensión eléctrica nominal y potencia nominal en kW

(Para ser utilizada solamente con las Secciones 430-110, 440-12, 440-41 y 455-8(c))

kW	CP	Corriente máxima a rotor bloqueado (1 fase)		
		A		
		115 V	208 V	230 V
0,37	1/2	58,8	32,5	29,4
0,56	3/4	82,8	45,8	41,4
0,75	1	96	53	48
1,12	1-½	120	66	60
1,50	2	144	80	72
2,25	3	204	113	102
3,75	5	336	186	168
5,60	7-½	480	265	240
7,50	10	600	332	300

Tabla 430-151 B. Conversión de corriente eléctrica máxima a rotor bloqueado para motores polifásicos, diseños B, C, D y E para la selección de controladores y medios de desconexión de acuerdo con la tensión eléctrica nominal y potencia nominal en kW.

(Para ser utilizada solamente con las secciones 430-110, 440-12, 440-41, y 455-8(c))

kW	CP	Corriente eléctrica máxima a rotor bloqueado (2 y 3 fases y diseños B, C, D y E)											
		115 V		200 V		208 V		230 V		460 V		575 V	
		B, C, D	E	B, C, D	E	B, C, D	E	B, C, D	E	B, C, D	E	B, C, D	E
0,37	1/2	40	40	23	23	22,1	22,1	20	20	10	10	8	8
0,56	3/4	50	50	28,8	28,8	27,6	27,6	25	25	12,5	12,5	10	10
0,75	1	60	60	34,5	34,5	33	33	30	30	15	15	12	12
1,12	1-½	80	80	46	46	44	44	40	40	20	20	16	16
1,50	2	100	100	57,5	57,5	55	55	50	50	25	25	20	20

2,25	3			73,6	84	71	81	64	73	32	36,6	25,6	29,2
3,75	5			105,8	140	102	135	92	122	46	61	36,8	48,8
5,60	7-½			146	210	140	202	127	183	63,5	91,5	50,8	73,2
7,50	10			186,3	259	179	249	162	225	81	113	64,8	90
11,2	15			267	388	257	373	232	337	116	169	93	135
14,92	20			334	516	321	497	290	449	145	225	116	180
18,65	25			420	646	404	621	365	562	183	281	146	225
22,4	30			500	775	481	745	435	674	218	337	174	270
29,84	40			667	948	641	911	580	824	290	412	232	330
37,3	50			834	1 185	802	1 139	725	1 030	363	515	290	412
44,8	60			1 001	1 421	962	1 367	870	1 236	435	618	348	494
55,95	75			1 248	1 777	1 200	1 708	1 085	1 545	543	773	434	618
74,60	100			1 668	2 154	1 603	2 071	1 450	1 873	725	937	580	749
93,0	120			2 087	2 692	2 007	2 589	1 815	2 341	908	1 171	726	936
119,9	150			2 496	3 230	2 400	3 106	2 170	2 809	1 085	1 405	868	1 124
150	200			3 335	4 307	3 207	4 141	2 900	3 745	1 450	1 873	1 160	1 498
187	250									1 825	2 344	1 460	1 875
224	300									2 200	2 809	1 760	2 247
261	350									2 550	3 277	2 040	2 622
298	400									2 900	3 745	2 320	2 996
336	450									3 250	4 214	2 600	3 371
373	500									3 625	4 682	2 900	3 746

Tabla 430-152.- Valor nominal máximo o ajuste para el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado del motor

Por ciento de la corriente eléctrica a plena carga				
Tipo de motor	Fusible sin retardo de tiempo**	Fusible de dos elementos** (con retardo de tiempo)	Interruptor automático de disparo instantáneo	Interruptor automático de tiempo inverso*
Motores monofásicos	300	175	800	250
Motores de CA, polifásicos, que no sean de rotor devanado.				
Jaula de ardilla	300	175	800	250
Otros que no sean diseño E	300	175	1 100	250
Diseño E				
Motores síncronos +	300	175	800	250
Rotor devanado	150	150	800	250
c.c. (tensión eléctrica constante)	150	150	250	150

Para ciertas excepciones a los valores especificados, véase 430-52 hasta 430-54.

* Los valores dados en la última columna comprenden también las capacidades de los tipos no ajustables de tiempo inverso, los cuales pueden modificarse como se indica en 430-52.

** Los valores en la columna para fusible sin retardo de tiempo aplican para fusibles Clase CC con retardo de tiempo.

+ Los motores síncronos de bajo par de arranque y baja velocidad (comúnmente 450 RPM o menos), como son los empleados para accionar compresores recíprocos, bombas, etc., que arrancan en vacío, no requieren una capacidad de fusible o un ajuste mayor que 200% de la corriente eléctrica a plena carga.

ARTICULO 440 - EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y DE REFRIGERACION

A. Disposiciones generales

440-1. Alcance. Los requisitos de este Artículo se aplican a equipo de aire acondicionado y de refrigeración accionado por motor eléctrico y a los circuitos derivados y a los controles del equipo. Se aplica a las condiciones especiales necesarias para los circuitos que alimentan a unidades selladas y a cualquier equipo de aire acondicionado o de refrigeración conectado a un circuito derivado individual que alimenta a una unidad sellada.

440-2. Definiciones

Corriente eléctrica nominal: La corriente eléctrica nominal para un motor compresor hermético de refrigeración es la corriente resultante cuando está trabajando a la carga, tensión eléctrica y frecuencia nominales del equipo que acciona.

Corriente eléctrica para selección del circuito derivado: La corriente eléctrica de selección del circuito derivado es el valor en ampere (A) que debe utilizarse en lugar de la corriente eléctrica nominal para determinar el tamaño nominal de los conductores del circuito derivado del motor, medios de desconexión, controles y dispositivos de protección de cortocircuito y de falla a tierra, donde quiera que el dispositivo de protección de sobrecarga permita una corriente eléctrica sostenida mayor que el por ciento especificado de la corriente eléctrica nominal. El valor de la corriente eléctrica de selección del circuito derivado debe ser siempre igual o mayor que la corriente eléctrica nominal marcada en el equipo.

Motor-compresor hermético de refrigeración: Es una combinación consistente de un compresor y motor encerrados en la misma carcasa sin ejes o sellos de ejes al exterior y el motor opera dentro del medio refrigerante.

440-3. Otros Artículos

a) Artículo 430. Estos requisitos son adicionales o reemplazan los requisitos del Artículo 430 y de otros Artículos de esta norma que sean aplicables, excepto cuando sean modificados por este Artículo.

b) Artículos 422, 424 o 430. Los requisitos de los Artículos 422, 424 o 430, cuando sea el caso, deben aplicarse a equipo de aire acondicionado y de refrigeración que no incorpore una unidad sellada.

Algunos ejemplos de estos equipos son los dispositivos que utilizan compresores de refrigeración accionados por motores convencionales, hornos con serpentines evaporadores de aire acondicionado, unidades manejadoras de aire, capacitores remotos enfriados por aire a circulación forzada, refrigeradores comerciales remotos, etcétera.

c) Artículo 422. Los dispositivos tales como equipo de aire acondicionado para habitaciones, refrigeradores y congeladores domésticos, aparatos eléctricos enfriadores de agua potable y surtidores de bebidas, se deben considerar como aparatos eléctricos y se les aplica también los requisitos del Artículo 422.

d) Otros Artículos aplicables. Los circuitos, controles y equipo deben también cumplir con los requisitos que les sean aplicables indicados a continuación:

Capacitores	Sección 460-9
Talleres de servicio; hangares de aviación; surtidores y estaciones	
De servicio y plantas de almacenamiento de gasolina; procesos de acabado y locales de anestesia por inhalación	Artículos 511, 513, 514, 515, 516 y 517 Parte D
Areas peligrosas (clasificadas)	Artículos 500 a 503
Estudios de cine, televisión y locales similares	Artículo 530
Resistencias y reactores	Artículo 470

440-4. Placa de datos de motocompresores herméticos de refrigeración y equipos

a) Placa de datos de un motocompresor hermético de refrigeración. Un motocompresor hermético de refrigeración debe estar provisto de una placa de datos que indique el nombre del fabricante, la marca de fábrica o el símbolo, identificación, número de fases, tensión eléctrica y la frecuencia. El fabricante debe indicar la corriente eléctrica de carga nominal en A del motocompresor hermético de refrigeración, sea en la placa de datos de la unidad o en la del equipo en el cual dicha unidad se utiliza o en ambas. La corriente eléctrica de rotor bloqueado para cada motocompresor hermético de refrigeración monofásico que tenga una corriente eléctrica de carga nominal mayor que 9 A en 115 V a 127 V o mayor que 4,5 A en 208 V a 220 V y en cada unidad sellada polifásica, se debe marcar en la placa de datos de la misma. Cuando se utilice un protector térmico que cumpla con: (a)(2) y (b)(2) de la Sección 440-52, se debe indicar en la placa de datos del motocompresor hermético de refrigeración o en la del equipo, con las palabras "protegido térmicamente".

Donde se proporciona un sistema con protección que cumple con las Secciones 440-52 (a)(4) y (b)(4) y se usa con el equipo, la placa de datos debe indicarlo con las palabras "sistema térmicamente protegido". Donde

se especifique un sistema de protección que cumpla con las Secciones 440-52 (a)(4) y (b)(4), la placa de datos del equipo debe indicarlo apropiadamente.

b) Equipo con varios motores y carga combinada. El equipo con varios motores y carga combinada debe estar provisto de una placa de datos visible que indique el nombre del fabricante, tensión eléctrica y frecuencia nominal, número de fases, la capacidad de conducción de corriente mínima del circuito y valor máximo del dispositivo de protección del circuito derivado contra cortocircuito y falla a tierra. La capacidad de conducción de corriente debe calcularse según se indica en la Parte D y teniendo en cuenta todos los motores y demás cargas que pudieran funcionar simultáneamente.

El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado no debe exceder el valor calculado según se indica en la parte C. El equipo con varios motores o de carga combinada que utilice dos o más circuitos, debe identificarse con la información indicada anteriormente para cada circuito.

Excepción 1: Equipo con varios motores y carga combinada que se ajuste a los requisitos de este Artículo para ser conectados a un solo circuito derivado de 15 A o 20 A, 120 V o 127 V, o 15 A, 208 V, 220 V o 240 V, una fase, se permite que se identifique como una sola carga.

Excepción 2: Los acondicionadores de aire previstos en la Parte G de este Artículo.

c) Corriente eléctrica para selección de un circuito derivado. El motocompresor hermético de refrigeración o de equipo que contenga un compresor en el cual el sistema de protección aprobado para usarse con la unidad sellada que protege, permita una corriente eléctrica constante mayor que el por ciento de la corriente eléctrica de carga nominal especificada en la placa de datos indicado en (b) (2) o (b) (4) de la Sección 440-52, debe también identificarse con el valor de la corriente eléctrica para selección del circuito derivado que cumpla con (b) (2) o (b) (4) de la Sección 440-52. Estas indicaciones deben ser provistas por el fabricante y figurar en la o las placas de datos en las cuales aparece la corriente eléctrica de carga nominal.

440-5. Marcado en los controladores. Un dispositivo de control debe marcarse con el nombre del fabricante, marca de fábrica o símbolo, identificación, tensión eléctrica, fases, valor nominal de la corriente eléctrica de plena carga y de rotor bloqueado (o kW o CP), y otra información necesaria para la adecuada identificación de la unidad sellada a la cual se aplica.

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.

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.

B. Medios de desconexión

440-11. Requisitos generales. Los requisitos de la Parte B especifican los medios de desconexión con capacidad para desconectar un equipo de aire acondicionado y refrigeración, incluyendo los motocompresores herméticos de refrigeración y los controladores del circuito que los alimenta. Véase la Figura 430-1.

440-12. 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. La 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 430-109.

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.

C. Protección de los circuitos derivados contra cortocircuito y falla a tierra

440-21. Requisitos generales. La Parte C establece requisitos para dispositivos destinados a proteger a los conductores de los circuitos derivados, aparatos de control y equipo en los circuitos que alimentan a los motocompresores herméticos de refrigeración contra sobrecorrientes debidas a cortocircuito y falla a tierra. Son adicionales o prevalecen sobre los requisitos del Artículo 240.

440-22. 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 exceda 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.

D. Conductores del circuito derivado

440-31. Requisitos generales. Los requisitos de la parte D y del Artículo 310 especifican los tamaños nominales de los conductores necesarios para transportar la corriente eléctrica del motor en las condiciones especificadas sin calentamiento excesivo, excepto como se modifica en la Excepción 1 de 440-6 (a).

Los requisitos de esta Sección no aplican a los conductores que forman parte integral de motores, controladores de motores y equipo similar o a conductores que forman parte integral de equipos aprobados.

NOTA: Véanse 300-1(b) y 310-1 para requisitos similares.

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).

E. Controladores para motores de compresor

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: úsense las Tablas 430-148 y 430-150, 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).

F. Protección contra sobrecarga de los motocompresores y de los circuitos derivados

440-51. Requisitos generales. Los requisitos de la Parte F se aplican a los dispositivos destinados a proteger a los motocompresores, a los aparatos de control de motores y a los conductores de los circuitos derivados contra calentamiento excesivo debido a sobrecargas del motor y fallas en el arranque. Véase 240-3 (e) a (h).

NOTA: Una sobrecarga de un aparato accionado eléctricamente es una sobrecorriente de funcionamiento, la cual, si es mantenida por un periodo suficientemente largo, puede provocar daños o sobrecalentamientos peligrosos. No incluye cortocircuito o falla a tierra.

440-52. Aplicación y selección

a) Protección al motocompresor. Cada motocompresor debe estar protegido contra sobrecargas y fallas en el arranque por uno de los medios indicados a continuación:

1) Un relevador de sobrecarga separado que sea adecuado para la corriente eléctrica de la unidad. Este dispositivo debe escogerse para disparar a no más de 140% de la corriente de carga nominal de una unidad sellada.

2) Un protector térmico que forme parte integral de la unidad sellada, aprobado para usarse con la unidad sellada que protege, con objeto de evitar un sobrecalentamiento peligroso provocado por sobrecargas y fallas en el arranque.

Si el dispositivo que interrumpe la corriente eléctrica está separado del motocompresor y su circuito de control está accionado por un dispositivo de protección que forma parte integral de dicha unidad, debe disponerse de manera que la abertura del circuito de control provoque la interrupción de la corriente hacia el moto compresor.

3) Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso sensible a la corriente eléctrica del motor, el cual puede también servir como dispositivo de protección del circuito derivado contra cortocircuito y falla a tierra. Este dispositivo debe tener una capacidad nominal no mayor que 125% de la corriente de carga nominal del motocompresor. Debe tener suficiente retardo de tiempo para permitir que el motocompresor arranque y acelere su carga. El equipo o motocompresor debe llevar identificación de la máxima capacidad de este fusible, del circuito derivado o de la capacidad nominal del interruptor automático de tiempo inverso.

4) Un sistema de protección suministrado o especificado y aprobado para usarse con el motocompresor, el cual protege evitando el sobrecalentamiento peligroso del equipo provocado por sobrecargas y fallas en el arranque. Si el dispositivo de interrupción de corriente está separado de la unidad sellada y su circuito de control es accionado por un dispositivo de protección que no forma parte integral del dispositivo de interrupción de corriente, debe disponerse de tal manera que la abertura del circuito de control provoque la interrupción de la corriente eléctrica hacia la unidad sellada.

b) Protección de los aparatos de control de unidades selladas y de los conductores de circuitos derivados. El controlador del motocompresor, los medios de desconexión y los conductores del circuito derivado deben estar protegidos contra sobrecorriente debida a sobrecargas en el motor y fallas en el arranque, por uno de los medios indicados a continuación, el cual puede ser el mismo dispositivo o sistema que protege a la unidad sellada de acuerdo con lo indicado en 440-52 (a).

Excepción: Para unidades selladas y equipo en un circuito derivado monofásico de 15 A o 20 A como se indica en 440-54 y 440-55.

1) Un relevador de sobrecarga seleccionado de acuerdo con lo indicado en 440-52 (a)(1).

2) Un protector térmico aplicado de acuerdo con lo indicado en 440-52 (a)(2) y que no permita una corriente eléctrica constante mayor que 156% de la corriente de carga nominal indicada o de la corriente para selección del circuito derivado.

3) Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso seleccionado de acuerdo con lo indicado en 440-52 (a)(3).

4) Un sistema de protección de acuerdo con lo indicado en 440-52 (a)(4) y que no permita una corriente eléctrica constante mayor que 156% de la corriente de carga nominal indicada o de la corriente para selección del circuito derivado.

440-53. Elementos térmicos de sobrecarga. Los relevadores de sobrecarga y otros dispositivos para protección de motores contra sobrecarga, que no son capaces de interrumpir corrientes de cortocircuito, deben protegerse con fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso, de capacidad o ajuste de acuerdo con lo indicado en la Parte C, a menos que estén aprobados para ser instalados en grupo o para motores con devanado partido y que lleven la identificación de la capacidad máxima del fusible o del interruptor automático de tiempo inverso por los cuales deben estar protegidos.

Excepción: La identificación del tamaño del fusible o del interruptor automático de tiempo inverso puede ubicarse en la placa de datos del equipo aprobado en el cual se utilice el relevador de sobrecarga u otros dispositivos de sobrecarga.

440-54. Motocompresor y equipo en circuitos derivados de 15 A o 20 A no conectados por medio de cordón y clavija. Para el motocompresor y equipos utilizados en circuitos derivados monofásicos de 15 A o 20 A en 120 V o 127 V, o 15 A en 208 V o 240 V, tal como se permite en el Artículo 210, se debe proveer protección contra sobrecarga como se indica en (a) y (b) a continuación.

a) Protección contra sobrecarga. El motocompresor debe estar provisto de protección contra sobrecarga, tal como se especifica en 440-52 (a). Tanto el controlador como el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor deben estar aprobados para ser usados con el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado al cual el equipo está conectado.

b) Retardo de tiempo. El dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado al cual el motocompresor está conectado, debe tener suficiente retardo de tiempo para permitir que el motor de la unidad y los otros motores arranquen y aceleren con carga.

440-55. Motor-compresor y equipo en circuitos derivados de 15 A o 20 A conectados por medio de cordón y clavija. La protección contra sobrecarga del motocompresor y de equipo conectados por medio del

cordón y clavija y usados en circuitos derivados monofásicos de 15 A o 20 A en 120 V, 127 V, o 15 A en 208 V, 220 V o 240 V, tal como se permite en el Artículo 210, puede ser como se indica a continuación:

a) Protección contra sobrecarga. El motocompresor debe estar provisto de protección contra sobrecargas como se especifica en 440-52 (a). Tanto el controlador como el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor deben estar aprobados para uso con el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado al cual está conectado el equipo.

b) Capacidad de la clavija y del receptáculo. La capacidad de la clavija y del receptáculo no debe exceder 20 A en 120 V o 127 V o 15 A en 250 V.

c) Retardo de tiempo. El dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra que protege al circuito derivado debe tener suficiente retardo como para permitir que el motocompresor y otros motores arranquen y aceleren con carga sin que opere la protección.

G. Requisitos para acondicionadores de aire para habitación

440-60. Requisitos generales. Los requisitos de la Parte G deben aplicarse a los acondicionadores de aire para habitación energizados eléctricamente que controlan la temperatura y la humedad. Para los efectos de la parte G, un acondicionador de aire para habitación (con o sin calefacción) debe considerarse como un artefacto de c.a. del tipo ventana, consola o pared, instalado en el cuarto que se ventila y provisto de una o varias unidades selladas. La Parte G se aplica a los equipos monofásicos de tensión eléctrica no mayor que 250 V y el equipo puede estar provisto de cordón y clavija.

Un acondicionador de aire para habitación que sea trifásico o con tensión eléctrica mayor que 250 V, debe conectarse por medio de una instalación del tipo indicado en el Capítulo 3 y no le aplican los requisitos de esta Parte G.

440-61. Puesta a tierra. Los acondicionadores de aire para habitación deben ser puestos a tierra de acuerdo con lo indicado en 250-42, 250-43 y 250-45.

440-62. Requisitos para circuitos derivados

a) Acondicionadores de aire para habitación como unidad con un solo motor. Un acondicionador de aire para habitación debe considerarse como una unidad de un solo motor al determinar los requisitos de su circuito derivado, cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- 1) Está provisto de cordón y clavija.
- 2) Su capacidad no es mayor que 40 A y hasta 250 V y es monofásico.
- 3) La corriente eléctrica de carga nominal total está indicada en la placa de datos del acondicionador de aire, en lugar de la corriente individual del motor.
- 4) La capacidad nominal de los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado no excede la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito derivado o del receptáculo, la que sea menor.

b) Donde no haya otras cargas conectadas. La capacidad total especificada en la placa de datos de un acondicionador de aire para habitación del tipo cordón y clavija no debe exceder 80% de la capacidad de un circuito derivado donde no haya otras cargas adicionales.

c) Donde haya unidades de alumbrado y/u otros artefactos conectados. La capacidad total especificada de un acondicionador de aire para habitación del tipo de cordón y clavija no debe exceder 50% de la capacidad de un circuito derivado cuando esté alimentando también unidades de alumbrado u otros artefactos.

440-63. Medios de desconexión. Un cordón con clavija y un receptáculo pueden utilizarse como medios de desconexión de un acondicionador de aire para habitación monofásico de 250 V o menos, si:

- 1) Los controles manuales del acondicionador de aire son fácilmente accesibles y están dentro de una altura de 1,80 m sobre el nivel del piso.
- 2) Se instala un desconectador de operación manual, en un lugar fácilmente accesible y a la vista desde el acondicionador de aire para habitación.

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

(2) 1,80 m para equipo de 208 V, 220 V o 240 V nominales.

ARTICULO 445 – GENERADORES

445-1. Alcance. Los generadores y equipos asociados, así como su sistema de alambrado deberán cumplir, además de los requisitos de este Artículo, lo aplicable de los Artículos 230, 250, 695, 700, 701, 702 y 705.

445-2. Ubicación. Los generadores y equipo asociado deben ser adecuados para el local en que vayan a ser instalados. Deben cumplir además con los requisitos establecidos en 430-14.

Los generadores instalados en áreas clasificadas como peligrosas, deben cumplir con los requisitos aplicables de los Artículos 500 a 503, 510 a 517, 520 y 530.

445-3. Marcado. Cada generador debe tener una placa de datos en la que se indique, nombre del fabricante, frecuencia nominal, factor de potencia, número de fases para c.a., régimen nominal en kW o kVA, tensión y corriente eléctricas nominales y las revoluciones nominales por minuto, la clase de aislamiento, la temperatura ambiente nominal o el aumento de temperatura nominal y su tiempo nominal de funcionamiento.

445-4. Protección contra sobrecorriente

a) Generadores de tensión eléctrica constante. Los generadores deben estar protegidos por diseño contra sobrecargas, basándose en interruptores automáticos, fusibles, u otro medio aceptable que proporcione adecuada protección contra sobrecorriente. Se exceptúan los excitadores de los generadores de c.a.

b) Generadores de dos hilos. Se permite que los generadores de c.c. de dos hilos se protejan contra sobrecorriente en un solo conductor, si el dispositivo es accionado por la totalidad de la corriente eléctrica generada, excepto la corriente eléctrica del campo en derivación. El dispositivo de sobrecorriente no debe abrir el circuito del campo en derivación.

c) Generadores para 65 V o menos. Los generadores que funcionen a 65 V o menos, cuando se accionen por motores individuales, se considerarán protegidos por el dispositivo de sobrecorriente que protege al motor, si este dispositivo actúa cuando los generadores suministran no más de 150% de su corriente eléctrica nominal de plena carga.

d) Sistemas compensadores. Los generadores de c.a. de dos hilos, asociados a sistemas de compensadores para obtener neutros para sistemas de tres hilos, deben estar equipados con dispositivos de sobrecorriente que deben desconectar el sistema de tres hilos en el caso de desequilibrio excesivo de tensión o de corriente eléctricas.

e) Generadores de c.c. de tres hilos. Los generadores de c.c. de tres hilos, ya sean en derivación o compuestos, deben equiparse con dispositivos de sobrecorriente, uno en cada terminal de cable de armadura, conectados para que sean accionados por toda la corriente de la misma. Dichos dispositivos deben formarse por un interruptor automático, ya sea de dos polos y de dos bobinas o por uno de compensador y disparado por dos dispositivos de sobrecorriente, uno en cada terminal del cable de armadura. Tales dispositivos de protección deben tener bloqueo eléctrico de manera que ningún polo pueda abrirse sin desconectar simultáneamente del sistema ambas terminales del cable de armadura.

Excepción a los incisos "(a)" hasta "(e)": Cuando se considera que un generador es vital para la operación de un sistema eléctrico y el generador debe funcionar hasta fallar para evitarle a las personas riesgos mayores, al elemento detector de protección contra sobrecargas puede conectársele un indicador o una alarma supervisada por persona calificada en vez de interrumpir el circuito del generador.

445-5. Capacidad de conducción de corriente de los conductores. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de fase que van desde las terminales del generador al primer dispositivo de sobrecorriente, no debe ser menor que 115% de la corriente eléctrica de placa nominal del generador. El tamaño nominal del conductor neutro debe estar de acuerdo con lo indicado en 220-22. Los conductores que transportan corrientes de falla a tierra no deben ser de tamaño nominal inferior al requerido en 250-23 b).

Excepción 1: Cuando el diseño y la operación del generador impidan sobrecargas, la capacidad de conducción de corriente de los conductores no debe ser menor que 100% de la corriente eléctrica nominal, expresada en la placa de datos del generador.

Excepción 2: Cuando las terminales del generador están conectadas de fábrica directamente a un dispositivo de sobrecorriente, que es una parte integral del grupo generador.

Excepción 3: Los conductores puestos a tierra de generadores de corriente continua que deben soportar las corrientes eléctricas de falla, no deben ser de menor tamaño nominal al del mayor conductor activo o portador de corriente.

445-6. Protección de las partes vivas. Las partes vivas de los generadores que operen a más de 150 V respecto de tierra no deben estar expuestas a contacto accidental si son accesibles a personas no calificadas.

445-7. Resguardos para operadores. Cuando la seguridad de los operadores lo requiera, debe cumplirse con los requisitos indicados en 430-133.

445-8. Boquillas. Cuando los conductores pasan por una abertura de un envolvente, caja de conexiones o por una barrera, debe usarse una boquilla para proteger a los conductores de los bordes agudos de la abertura. La boquilla debe ser lisa y de superficie perfectamente redondeada para estar en contacto con el conductor; si se usa donde pudiera haber aceite, grasa y otros contaminantes, debe ser de un material que no sufra deterioro.

ARTICULO 450 - TRANSFORMADORES Y BOVEDAS PARA TRANSFORMADORES

450-1. Alcance. Este Artículo se aplica a la instalación de transformadores.

Excepción 1: Transformadores de corriente.

Excepción 2: Transformadores tipo seco que formen parte de aparatos y que cumplan con los requisitos de dichos aparatos.

Excepción 3: Transformadores que sean parte integral de equipo de rayos X, de aparatos de alta frecuencia o de aparatos de revestimiento por proceso electrostático.

Excepción 4: Transformadores utilizados en circuitos de clases 2 y 3 que cumplan con el Artículo 725.

Excepción 5: Transformadores para rótulos luminosos y alumbrado de realce, que cumplan con lo establecido en el Artículo 600.

Excepción 6: Transformadores para lámparas de descarga eléctrica que cumplan con el Artículo 410.

Excepción 7: Transformadores para circuitos de alarmas contra incendio, de potencia limitada, que cumplan con la Parte C del Artículo 760.

Excepción 8: Transformadores utilizados para la investigación, desarrollo o pruebas, cuando se provean de medios efectivos para proteger a las personas del contacto con partes energizadas.

Las disposiciones establecidas en este Artículo aplican a la instalación de transformadores utilizados para las instalaciones de bombas contra incendio con las modificaciones que se indican en el Artículo 695.

Este Artículo se aplica además a la instalación de transformadores en áreas peligrosas (clasificadas) con las modificaciones que indican los Artículos 501 a 503.

Estos requisitos se aplican a toda instalación nueva y a las modificaciones o ampliaciones de instalaciones ya existentes. En el caso de instalaciones temporales (que pueden requerirse en el proceso de construcción de fábricas o en subestaciones que estén siendo reestructuradas o reemplazadas), se puede eximir al usuario del cumplimiento de alguno de estos requisitos, de acuerdo con la justificación que exista para ello y siempre que se obtenga la debida seguridad por otros medios.

A. Disposiciones generales

450-2. Definiciones. Para el propósito de este Artículo:

Transformador: La palabra "transformador" se entiende como un transformador individual de una o múltiples fases, identificado por una sola placa de datos a menos que se identifique de otra forma en este Artículo.

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 permita 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 permita 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, 240-100 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%	600%	300%	300%	250%	125%
Más del 6% y no más del 10%	400%	300%	250%	225%	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		600 V o

Impedancia del transformador	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	menos
					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.

450-4. Autotransformadores de 600 V nominales o menos

a) Protección contra sobrecorriente. Cada autotransformador de 600 V nominales o menos debe protegerse por un dispositivo individual de protección contra sobrecorriente instalado en serie con cada conductor de fase en la entrada. Tal dispositivo de sobrecorriente debe tener un valor nominal o estar ajustado

a no más de 125% de la capacidad de corriente de entrada a plena carga del autotransformador. Un dispositivo de corriente no debe instalarse en serie con el devanado en derivación (el devanado común, tanto para los circuitos de entrada o de salida) del transformador entre los puntos A y B como se muestra en la Figura 450-4.

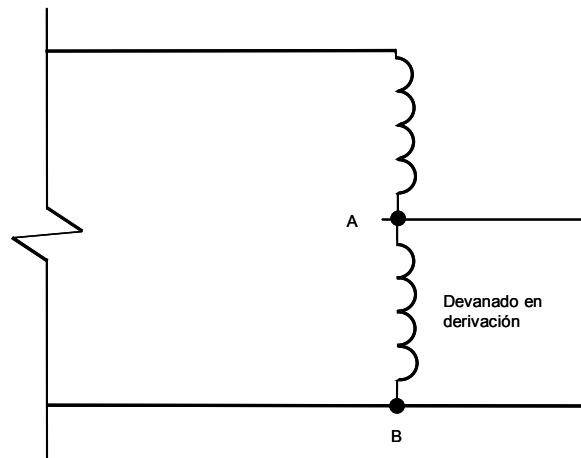


FIGURA 450-4.- Autotransformador

Excepción: Cuando la corriente nominal de entrada del auto transformador es menor que 9 A, se permite un dispositivo de sobrecorriente ajustado a no más de 167% de la corriente de entrada.

b) Transformador conectado en campo como autotransformador. Un transformador conectado en campo como autotransformador debe estar identificado para usarse a la tensión eléctrica elevada.

NOTA: Para información sobre los usos permitidos de los autotransformadores, véase 210-9.

450-5. Autotransformadores para conexión a tierra. Los autotransformadores para conexión a tierra cubiertos por esta Sección son transformadores conectados en zig-zag o en T, conectados a sistemas trifásicos de tres hilos de fase, con el propósito de obtener un sistema de distribución de tres fases, cuatro hilos, o para proveer una referencia de neutro para fines de puesta a tierra. Tales autotransformadores deben tener una capacidad de corriente nominal de servicio continuo por fase y una para la corriente de servicio continuo del neutro.

NOTA: La corriente eléctrica de fase de un autotransformador de puesta a tierra es de 1/3 la del neutro.

a) Sistema trifásico, cuatro hilos. Un autotransformador de puesta a tierra usado para crear un sistema de distribución de tres fases, cuatro hilos, a partir de un sistema no aterrizado de tres fases, tres hilos, debe cumplir con lo siguiente:

1) Conexiones. El transformador debe conectarse directamente a los conductores de fase no puestos a tierra y no debe ser controlado por un desconectador, ni provisto de una protección contra sobrecorriente independiente del desconectador principal y de la protección contra sobrecorriente de disparo común del sistema trifásico de cuatro hilos.

2) Protección contra sobrecorriente. Se debe instalar un dispositivo sensible a las sobrecorrientes, que provoque la apertura del interruptor principal o de la protección contra sobrecorriente de disparo común indicada en (a)(1) anterior, cuando la carga del autotransformador alcance o sobrepase 125% de la corriente nominal de fase o la del neutro. Se permite el retardo del disparo del dispositivo contra sobrecorrientes temporales, con el fin de asegurar el funcionamiento correcto de los dispositivos de protección del circuito derivado o del alimentador del sistema de cuatro hilos.

3) Detector de fallas en transformadores. Se debe prever un sistema de detección de fallas que provoque el disparo de un interruptor principal o del dispositivo de protección contra sobrecorriente de disparo común, para sistemas trifásicos de cuatro hilos, para proteger contra fallas internas o del funcionamiento en una sola fase.

NOTA: Esto puede lograrse con el uso de dos transformadores de corriente del tipo "dona" con conexión sustractiva, instalados para detectar y señalar cualquier desbalance de 50% o más de la corriente nominal en la alimentación del autotransformador.

4) Capacidad. El autotransformador debe tener una capacidad nominal de servicio continuo de corriente del neutro suficiente para soportar al máximo posible el desbalance de la corriente de carga en el neutro de un sistema de cuatro hilos.

b) Referencia de tierra para dispositivos de protección contra fallas. Un autotransformador de conexión a tierra que se utilice para que pueda manejar una cantidad especificada de corriente de falla para el funcionamiento de un dispositivo de protección, debe cumplir los requisitos siguientes:

1) Capacidad. El autotransformador debe tener una capacidad nominal de corriente del neutro suficiente para la corriente de falla a tierra especificada.

2) Protección contra sobrecorriente. Se debe colocar en el circuito derivado del autotransformador un dispositivo de protección contra sobrecorriente, de capacidad de cortocircuito adecuada, que abra simultáneamente todos los conductores de fase cuando es accionado y que tenga una capacidad nominal o de ajuste no mayor que 125% de la capacidad de corriente del autotransformador o 42% de la capacidad de corriente de cualquiera de los dispositivos conectados en serie con la conexión del neutro y del autotransformador. Se permite un retardo de disparo para sobrecorrientes temporales para obtener el funcionamiento correcto de los dispositivos de disparo que responda a fallas a tierra en el sistema principal, pero éste no debe exceder los valores que serían mayores que la capacidad de corriente de tiempo corto del autotransformador de puesta a tierra o de cualquiera de los dispositivos que puedan estar conectados en serie con la conexión del neutro.

C) Referencia a tierra para amortiguar sobretensiones eléctricas transitorias. Un autotransformador de conexión a tierra utilizado para limitar sobretensiones eléctricas transitorias debe ser de capacidad nominal adecuada y estar conectado de acuerdo con lo indicado en (a)(1) anterior.

450-6. Enlace secundario. Un enlace secundario es un circuito que opera a tensión eléctrica nominal de 600 V o menos entre fases, el cual conecta dos fuentes de alimentación o dos puntos de suministro de energía, tales como los secundarios de dos transformadores. El enlace puede estar formado por uno o más conductores por fase.

a) Circuitos de enlace. Los circuitos de enlace deben estar provistos de una protección en cada extremo contra sobrecorriente como lo especifica el Artículo 240 de esta norma.

Excepción: Según las condiciones descritas en (a)(1) y (a)(2) siguientes se permite que la protección contra sobrecorriente esté de acuerdo con lo indicado en (a)(3) que se describe adelante.

1) Cargas conectadas solamente en los puntos de alimentación del transformador. Cuando todas las cargas están conectadas en los puntos de alimentación del transformador en cada extremo del enlace, y la protección contra sobrecorriente no está provista de acuerdo con lo indicado en el Artículo 240, la capacidad nominal de conducción de corriente del enlace no debe ser menor que el 67% de la corriente nominal del secundario del transformador de mayor capacidad conectado al sistema de enlace del secundario.

2) Cargas conectadas entre los puntos de alimentación del transformador. Cuando las cargas están conectadas al enlace en cualquier punto entre los puntos de alimentación del transformador y no se ha provisto protección contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en el Artículo 240, la capacidad nominal de conducción de corriente del enlace no debe ser menor que el 100% de la corriente nominal del secundario del transformador de mayor capacidad conectado al sistema de enlace del secundario.

Excepción: Lo que se indica en (a)(4) siguiente.

3) Protección del circuito de enlace. En las condiciones descritas en (a)(1) y (a)(2) anteriores, ambos extremos de cada conductor de enlace deben estar equipados con un dispositivo de protección que opere a una temperatura predeterminada del conductor de enlace bajo condiciones de cortocircuito. Esta protección debe ser una de las siguientes:

(1) un conector de cable, borne o terminal fundibles, comúnmente conocido como un limitador, cada uno de tamaño nominal correspondiente al del conductor, de construcción y características de acuerdo con la tensión eléctrica utilizada y con el tipo de aislamiento de los conductores de enlace, o

(2) interruptores accionados por dispositivos con características tiempo/corriente comparables.

4) Conexión de los conductores de cada fase entre los puntos de alimentación del transformador. Cuando el enlace está formado por más de un conductor por fase, los conductores de cada fase se deben conectar entre sí, con el fin de obtener un punto de alimentación de la carga y se debe prever la protección especificada en (a)(3) anterior en cada conductor de enlace a este punto.

Excepción: Se pueden conectar cargas a los conductores individuales de un enlace de conductores en paralelo sin conectar entre sí los conductores de cada fase y sin disponer de la protección especificada en (a)(3) en los puntos de conexión de la carga, si los conductores del enlace de cada fase tienen una capacidad

combinada no menor que 133% de la corriente nominal del secundario del transformador de mayor capacidad conectado al sistema de enlace del secundario; si la carga total de dichas derivaciones no es mayor que la corriente nominal del secundario del transformador de mayor capacidad, y si las cargas están igualmente repartidas sobre cada fase y sobre los conductores individuales de cada fase, hasta donde sea posible.

5) Control del circuito de enlace. Cuando la tensión eléctrica de servicio sea mayor que 150 V con respecto a tierra, los enlaces del secundario equipados con limitadores deben tener un desconectador en cada extremo que, al operar, interrumpa el suministro de energía a los conductores de enlace asociados y a los limitadores. La capacidad de corriente del desconectador no debe ser menor que la capacidad de conducción de corriente de los conductores conectados al mismo. El desconectador debe ser capaz de interrumpir su corriente nominal y construido de forma que no opere por el efecto de las fuerzas magnéticas originadas por la corriente de cortocircuito.

b) Protección contra sobrecorrientes de las conexiones en el secundario. Cuando se utilicen enlaces en el secundario del transformador, se debe proveer en las conexiones del secundario de cada transformador un dispositivo de sobrecorriente de una capacidad o ajuste no mayor que 250% de la corriente nominal del secundario de los transformadores; además, se debe instalar en la conexión secundaria de cada transformador un interruptor automático accionado por un relevador de corriente inversa, ajustado para abrir el circuito a una intensidad no mayor que la corriente nominal del secundario del transformador.

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.

450-11. Marcado. Cada transformador debe estar provisto de una placa de datos en la que se indique el nombre del fabricante, la capacidad nominal en kVA; la frecuencia; la tensión eléctrica en el primario y en el secundario; la impedancia para transformadores de 25 kVA y mayores; el espacio requerido para transformadores con aberturas de ventilación, y la cantidad y clase de líquido aislante, cuando se use. La placa de cada transformador tipo seco debe indicar además la clase de temperatura para el sistema de aislamiento.

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.

B. Disposiciones específicas aplicables a los diferentes tipos de transformadores

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 contruidos 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.

450-22. Transformadores secos instalados en exteriores. Los transformadores secos instalados en exteriores deben tener una envolvente a prueba de intemperie.

Los transformadores de capacidad mayor que 112,5 kVA deben estar situados a una distancia mayor que 305 mm de cualquier material combustible de los inmuebles.

Excepción: Los transformadores contruidos con aislamiento para una elevación de temperatura de 80°C o mayor que estén completamente encerrados, excepto por las aberturas de ventilación.

450-23. Transformadores en líquidos de alto punto de ignición. Se permite la instalación de transformadores aislados con líquidos de alto punto de ignición (aprobados) que tengan un punto de ignición no menor que 300°C, de acuerdo con lo indicado en a) o b), siguientes:

a) Instalaciones interiores, de acuerdo con lo indicado en (1), (2) o (3) siguientes:

1) En edificios, en áreas donde se cumplan todos los requerimientos siguientes:

- a.** La tensión eléctrica nominal del transformador sea de 35 000 V o menos.
- b.** No se almacenen materiales combustibles.
- c.** Se tenga un área de confinamiento del líquido.
- d.** El área cumpla con todas las restricciones previstas en la aprobación del líquido.

2) Para transformadores con tensión eléctrica nominal de 35 000 V o menos, se cuenta con un sistema automático de extinguidores de fuego y un área de confinamiento de líquidos.

3) De acuerdo con lo indicado en 450-26.

b) Instalaciones en exteriores. Se permite instalar transformadores aislados con líquidos de alto punto de ignición fuera de, adjunto a, o en techo de edificios, de acuerdo con lo siguiente:

1) La instalación debe cumplir con las restricciones de la aprobación de estos líquidos.

NOTA: Instalaciones adjuntas a materiales combustibles, salidas de emergencia o puertas y ventanas deben requerir avisos de emergencia adicionales tales como los indicados en 450-27.

2) De acuerdo con lo indicado en 450-27.

450-24. Transformadores aislados con fluidos no inflamables. Los transformadores aislados con un fluido dieléctrico no inflamable pueden ser instalados en interiores o exteriores. Cuando estos transformadores instalados en interiores sean de tensión eléctrica nominal superior a 35 000 V deben instalarse en bóvedas. Cuando se instalen, deben contar con un área para el confinamiento del líquido y una válvula de alivio de la presión. El transformador debe estar equipado con medios para absorber cualquier gas generado por arqueo eléctrico dentro del transformador, o la válvula de alivio debe estar conectada a una chimenea o conducto, que lleve estos gases hasta un área segura.

Para el propósito de esta Sección, un fluido dieléctrico no inflamable es aquel que no posee punto de ignición o punto de inflamación y no es inflamable en el aire.

450-25. Transformadores en Askarel. No se permite el uso de bifenilospoliclorados -PCB (Askarel) como medio aislante en transformadores.

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 exceda 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 provisiones 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 provisiones 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.

450-28. Modificación de transformadores. Cuando se hacen modificaciones a un transformador en una instalación existente, la cual cambia el tipo de transformador con respecto a la Parte B de este Artículo, dicho transformador debe marcarse para mostrar el tipo de líquido aislante puesto y la instalación modificada del transformador debe cumplir con los requisitos aplicables para este tipo de transformador.

C. Bóvedas de Transformadores

450-41. Ubicación. Las bóvedas deben ubicarse donde puedan ser ventiladas al aire exterior sin el uso de tubos extractores o conductos, siempre que sea posible.

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, rejas 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 evacue 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 455 - CONVERTIDORES DE FASE

A. Disposiciones generales

455-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación y uso de convertidores de fase.

455-2. Definiciones

Convertidor de fase: Es un aparato eléctrico que convierte un sistema de suministro de energía eléctrica monofásico a otro trifásico. Los convertidores de fase pueden ser de dos tipos: estáticos y rotatorios.

NOTA: Los convertidores de fase tienen características que modifican el par de arranque y corriente eléctrica a rotor bloqueado de los motores a los que alimenta; por tanto, para cada carga específica, debe tenerse cuidado para seleccionar los convertidores de fase.

Convertidor estático de fase: Dispositivo formado por partes no rotatorias dimensionado para una carga trifásica determinada, operada desde una alimentación monofásica.

Convertidor rotatorio de fase: Dispositivo que consiste en un tablero formado de un transformador rotatorio y un(os) tablero(s) de capacitores, que permite la operación de cargas trifásicas a partir de una alimentación monofásica.

Fase fabricada: La fase derivada o fabricada se origina en el convertidor de fase y no está conectada sólidamente a los conductores de entrada monofásicos.

455-3. Otros Artículos. Todos los requisitos de la presente Norma se aplican a los convertidores de fase, excepto por las modificaciones de este Artículo.

455-4. Identificación. Cada convertidor de fase debe identificarse con una placa permanente que indique:

- (1) nombre del fabricante;
- (2) tensiones eléctricas de alimentación y salida;
- (3) frecuencia;
- (4) corriente monofásica nominal de entrada a plena carga ampere (A);
- (5) cargas monofásicas mínima y máxima nominales en kVA o C.P.,
- (6) cargas máxima total en kVA o C.P. y
- (7) La corriente eléctrica trifásica a plena carga, para un convertidor de fase rotatorio.

455-5. Conexiones de puesta a tierra del equipo. Debe proporcionarse un medio de conexión para la terminal de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 250-113.

455-6. Capacidad de conducción de corriente del conductor. La capacidad de conducción de corriente en amperes de los conductores que alimentan el lado monofásico, no debe ser menor que 125% de la capacidad de conducción de corriente en amperes de plena carga de alimentación, indicada en la placa del convertidor de fase.

Excepción: Cuando el convertidor de fase suministra energía a una carga fija específica y cuando las tensiones eléctricas de entrada y salida del convertidor de fases son idénticas, los conductores de alimentación deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que 250% de la suma de las corrientes de carga plena trifásica de los motores y de otras cargas alimentadas.

Cuando las tensiones eléctricas de entrada y salida del convertidor de fase son diferentes, las corrientes se multiplican por la relación de tensión de salida a tensión de entrada.

NOTA: Los conductores monofásicos seleccionados para evitar una caída de tensión no mayor que 3% desde la fuente de alimentación hasta el convertidor de fase, pueden contribuir al mejor arranque y funcionamiento de las cargas de motores.

455-7. Protección contra sobrecorriente. El conductor monofásico y el convertidor de fase deben estar protegidos contra una sobrecorriente no mayor que 125% de la corriente eléctrica a plena carga monofásica de entrada indicada en la placa del convertidor.

Excepción 1: Cuando el convertidor de fase suministra energía a una carga fija específica y las tensiones eléctricas de entrada y salida del convertidor de fase son idénticas, la protección de sobrecorriente no debe ser mayor que 250% de la suma de las corrientes eléctricas de carga plena trifásica de los motores y de otras cargas alimentadas.

Cuando las tensiones eléctricas de entrada y salida del convertidor de fase son diferentes, las corrientes se multiplican por la relación de tensión de salida a la tensión de alimentación.

Excepción 2: Cuando el valor de protección del fusible o interruptor automático no corresponde a un valor normalizado, se permite el valor normalizado inmediato superior.

455-8. Medios de desconexión. Debe suministrarse un medio de desconexión simultánea de todos los conductores que no estén conectados a tierra del sistema monofásico de la alimentación del convertidor de fase.

a) Localización. El dispositivo de desconexión debe quedar fácilmente accesible y a la vista del convertidor de fase.

b) Tipo. El dispositivo de desconexión debe ser un interruptor o desconectador o un interruptor automático especificado en kW o en CP.

Excepción: Cuando las cargas que se alimenten no sean motores, puede usarse un desconectador especificado en amperes.

c) Capacidad. La capacidad en A de los medios de desconexión no debe ser menor que 115% de la carga máxima monofásica de plena carga.

Excepción 1: Cuando el convertidor de fases alimenta cargas específicas fijas y las tensiones eléctricas de alimentación y salida son idénticas, los medios de desconexión pueden ser interruptores automáticos con una capacidad en amperes no menor que 250% de la suma de lo siguiente:

a. Corriente eléctrica trifásica a carga plena de los motores.

b. Otras cargas alimentadas. Cuando las tensiones eléctricas de entrada y salida del convertidor de fase son diferentes, las corrientes se multiplican por la relación de tensión de salida a la tensión de alimentación.

Excepción 2: Cuando el convertidor de fase alimenta cargas específicas fijas y las tensiones eléctricas de alimentación son idénticas, los medios de desconexión puede ser un desconectador con capacidad en kW (CP) equivalente a 200% de la suma de lo siguiente:

a. Cargas que no sean motores.

b. La corriente eléctrica trifásica a rotor bloqueado del motor más grande, de acuerdo con lo indicado en la Tabla 430-151A y 430-151B.

c. La corriente eléctrica de carga plena de todos los motores que operan al mismo tiempo. Cuando las tensiones eléctricas de entrada y salida del convertidor de fases son diferentes, las corrientes se multiplican por la relación de tensión eléctrica de salida a la tensión eléctrica de alimentación.

455-9. Conexión de cargas monofásicas. Cuando se conecten cargas monofásicas en el lado trifásico del convertidor de fase, éstas no deben conectarse a la fase derivada.

455-10. Caja de conexiones. En un convertidor de fase, debe proporcionarse una caja de conexiones, la cual debe estar de acuerdo con lo previsto en 430-12.

B. Especificaciones aplicables a diferentes tipos de convertidores de fase

455-20. Medios de desconexión. El desconectador monofásico de entrada de un convertidor de fase estático puede usarse como medio de desconexión para el convertidor de fase y para una carga, si la carga queda a la vista desde el desconectador.

455-21. Arranque. No debe conectarse ninguna carga al equipo de utilización en el lado trifásico con un convertidor de fase tipo rotatorio hasta que el convertidor haya arrancado.

455-22. Interrupciones de energía. El equipo de utilización alimentado por un convertidor de fase rotativo, deben controlarse de tal forma que al haber una interrupción de energía, el equipo se desconecte de la línea de suministro.

NOTA: Los arrancadores magnéticos de motores, contactores magnéticos y dispositivos similares con accionamiento manual con retardo de tiempo para la carga, deben proveer al equipo de un medio de restablecimiento en caso de una falla de energía.

455-23. Capacitores. Los capacitores que no son parte integral del sistema convertidor de fase rotatorio sino parte de la carga de motores, deben conectarse en el lado de línea de suministro del dispositivo de protección de sobrecarga del motor respectivo.

ARTICULO 460 – CAPACITORES

460-1. Alcance. Este Artículo se aplica a las instalaciones de capacitores en circuitos eléctricos.

Los capacitores supresores de pico u otros que sean partes componentes de otros aparatos que cumplan con su propia norma de producto, no requieren cumplir con estos requisitos.

Este Artículo cubre también la instalación de capacitores en áreas peligrosas (clasificadas), según lo indicado en los Artículos 501 a 503.

460-2. Gabinetes y resguardo

a) Capacitores que contienen más de 11 L de líquido inflamable. Los capacitores que contengan más de 11 L de líquido inflamable deben ser encerrados en bóvedas o protegidos por cercas o cubiertas en exteriores de acuerdo con lo indicado en el Artículo 710. Esta limitación se aplica a cualquier unidad individual en la instalación de capacitores.

b) Contacto accidental. Los capacitores deben encerrarse, colocarse o resguardarse de manera que ninguna persona pueda ponerse en contacto accidental con sus partes energizadas expuestas o con las barras o terminales anexos a ellos.

Excepción: No se requiere resguardo adicional en recintos accesibles solamente a personal calificado.

A. Tensión eléctrica nominal de 600 V y menos

460-6. Descarga de la carga acumulada. Los capacitores deben estar provistos de medios para descargar la carga acumulada.

a) Tiempo de descarga. La tensión eléctrica residual de un capacitor debe reducirse a 50 V, nominal o menos, durante el término de un minuto después de que el capacitor haya sido desconectado de la fuente de alimentación.

b) Medios de descarga. El circuito de descarga debe estar, ya sea permanentemente conectado a las terminales del capacitor o banco de capacitores o provisto de medios automáticos para conectarse a las terminales del banco de capacitores, cuando se retire la tensión eléctrica de la línea. No se debe utilizar medios de conmutación manuales para el circuito de descarga.

460-8. Conductores

a) Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito de los capacitores no debe ser menor que 135% de la corriente eléctrica nominal del capacitor. La capacidad de conducción de corriente de los conductores que conectan un capacitor a las terminales de un motor o a los conductores de circuito del motor, no debe ser menor que 1/3 de la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito del motor y nunca menor que 135% de la corriente eléctrica nominal del capacitor.

b) Protección contra sobrecorriente

1) En cada conductor de fase debe colocarse un dispositivo de protección contra sobrecorriente para cada banco de capacitores.

Excepción: Un capacitor conectado en el lado de la carga de un dispositivo contra sobrecarga de un motor no requiere otro dispositivo contra sobrecorriente.

2) La capacidad o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe ser tan bajo como sea factible.

c) Medios de desconexión

1) Cada conductor de fase debe estar provisto de un medio de desconexión para cada banco de capacitores.

Excepción: Cuando un capacitor está conectado del lado de la carga de un dispositivo de protección contra sobrecarga del motor.

2) El medio de desconexión abre simultáneamente todos los conductores de fase.

3) El medio de desconexión permite desconectar el capacitor de la línea como una maniobra normal.

4) La capacidad de corriente del medio de desconexión no debe ser menor que 135% de la corriente eléctrica nominal del capacitor.

460-9. Capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor.

Cuando la instalación de un motor incluye un capacitor conectado en el lado de la carga (del dispositivo de protección del motor), la capacidad nominal o de ajuste del dispositivo de sobrecarga del motor debe estar basada en el nuevo factor de potencia mejorado del circuito.

El efecto del capacitor debe ser omitido al determinar la capacidad de los conductores en el circuito del motor de acuerdo con lo indicado en 430-22.

460-10. Puesta a tierra. Los gabinetes metálicos de los capacitores deben ser puestos a tierra de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250.

Excepción: Cuando las unidades de capacitores están soportadas por una estructura destinada a funcionar a un potencial eléctrico distinto del de tierra.

460-12. Identificación. Cada capacitor debe llevar una placa de datos con el nombre del fabricante, tensión eléctrica nominal, frecuencia, kVAR o A, número de fases y si está lleno de líquido combustible, el volumen de líquido en litros. Cuando esté lleno de líquido no inflamable, la placa de características lo debe indicar. La placa debe indicar también si el capacitor tiene un dispositivo de descarga dentro del gabinete.

B. Tensión eléctrica nominal mayor que 600 V

460-24. Desconexión

a) **Corriente eléctrica de carga.** Deben utilizarse desconectores operados en grupo para la desconexión de capacitores y estos desconectores deben ser capaces de:

1) Conducir de manera continua no menos de 135% de la corriente eléctrica nominal de la instalación de capacitores.

2) Interrumpir la corriente eléctrica de carga continua máxima de cada capacitor, banco de capacitores o instalación de capacitores que deba desconectarse como unidad.

3) Soportar la corriente eléctrica repentina máxima incluyendo la adicional debida a instalaciones de capacitores adyacentes.

4) Transportar corrientes eléctricas producidas por fallas en el lado del capacitor del desconector.

b) Aislamiento

1) Deben instalarse medios para aislar de cualquier fuente de potencial eléctrico, a cada capacitor, banco de capacitores o instalación de capacitores, que deben ser puestos fuera de servicio como una unidad.

2) Los medios de aislamiento deben proveer una separación visible en el circuito eléctrico, adecuada para la tensión eléctrica de funcionamiento.

3) Los desconectores de seccionamiento o desconexión (sin corriente de interrupción) deben bloquearse con el dispositivo de interrupción de la carga o deben estar provistos de letreros de precaución visibles, de acuerdo con lo indicado en 710-22, para impedir la desconexión de la corriente eléctrica de carga.

c) **Requisitos adicionales para capacitores en serie.** Debe asegurarse la secuencia de desconexión correcta por el uso de los medios siguientes:

1) Secuencia mecánica del desconector de seccionamiento y de derivación.

2) Bloqueo.

3) Procedimientos de desconexión o conexión perfectamente indicados o visibles, en el lugar de desconexión.

460-25. Protección contra sobrecorriente

a) **Provisto para detectar e interrumpir corrientes eléctricas de falla.** Se debe proveer un medio para detectar e interrumpir corrientes de falla que pudieran provocar presiones peligrosas dentro de un capacitor individual.

b) **Dispositivos monofásicos o polifásicos.** Se permite instalar para este objetivo dispositivos monofásicos y polifásicos.

c) **Protegidos individualmente o en grupos.** Los capacitores pueden protegerse individualmente o en grupos.

d) Dispositivos de protección ajustados o calibrados. Los dispositivos de protección para capacitores o equipos de capacitores deben calibrarse o estar ajustados para funcionar dentro de los límites de la zona de seguridad para capacitores individuales.

460-26. Identificación. Cada capacitor debe llevar una placa de datos permanente, con el nombre del fabricante, tensión eléctrica nominal, frecuencia, kVAR, A, número de fases y la cantidad en L de líquido identificado y aprobado como inflamable, si fuese el caso.

460-27. Puesta a tierra. En el caso de que los gabinetes metálicos y neutros de los capacitores estén puestos a tierra, se debe cumplir con lo dispuesto en el Artículo 250.

Excepción: Cuando las unidades de capacitores estén soportadas por una estructura diseñada para funcionar a un potencial eléctrico distinto del de tierra.

460-28. Medios de descarga

a) Medios para reducir la tensión eléctrica residual. Debe proveerse un medio para disminuir la tensión eléctrica residual de un capacitor hasta 50 V o menos dentro de los cinco minutos posteriores a que el capacitor se haya desconectado de la fuente de alimentación.

b) Conexión a terminales. Un circuito de descarga debe estar ya sea permanentemente conectado a las terminales del capacitor, o provisto de un medio automático para conectarlo a las terminales del banco de capacitores después de que se ha interrumpido el suministro de energía. Los devanados de motores, transformadores o de otro equipo conectado directamente a los capacitores sin un dispositivo contra sobrecorriente intercalado, deben cumplir con los requisitos de (a) anterior.

ARTICULO 470 - RESISTENCIAS Y REACTORES

A. Tensión eléctrica nominal de 600 V y menos

470-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación de resistencias individuales y reactores en circuitos eléctricos.

Excepción: Cuando las resistencias y/o reactores forman parte de un aparato.

Este Artículo cubre también la instalación de resistencias y reactores en áreas peligrosas (clasificadas) como los descritos en los Artículos 501 al 504.

470-2. Localización. Las resistencias y los reactores no deben colocarse expuestos a daño físico.

470-3. Espacio de separación. Cuando el espacio entre las resistencias y los reactores o entre éstos y cualquier material combustible es menor que 30 cm, debe usarse una barrera térmica.

470-4. Aislamiento del conductor. Los conductores aislados que se usan para conexiones entre resistencias y controles deben estar aprobados para una temperatura de operación no menor que 90 °C.

Excepción: Se permite usar otros aislamientos para servicio de arranque de motores.

B. Tensión eléctrica nominal mayor que 600 V

470-18. General

a) Protegidos contra daño físico. Las resistencias y los reactores deben protegerse contra daño físico.

b) Aisladas en envolventes o en alto. Las resistencias y los reactores deben aislarse por medio de una envolvente o poniéndolas en alto para proteger el personal contra contacto accidental con partes vivas.

c) Materiales combustibles. Las resistencias y los reactores no deben instalarse cerca de materiales combustibles que constituyan un peligro de incendio y en ningún caso a una distancia menor que 305 mm del material combustible.

d) Distancias. Las distancias entre las resistencias y reactores puestos a tierra deben ser las que le correspondan al nivel de tensión eléctrica utilizada.

NOTA: Véase el Artículo 710.

e) Elevación de temperatura por las corrientes eléctricas circulantes inducidas. Los gabinetes metálicos de los reactores y las partes metálicas adyacentes deben instalarse de modo que la elevación de temperatura por corrientes eléctricas circulantes inducidas no sea un peligro para el personal o constituya un peligro de incendio.

470-19. Puesta a tierra. Los gabinetes metálicos o cajas de las resistencias o reactores deben estar puestos a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

470-20. Reactores en aceite. En la instalación de reactores en aceite debe observarse además de lo anterior, que se cumpla con los requerimientos aplicables del Artículo 450.

ARTICULO 480-BATERIAS DE ACUMULADORES

480-1. Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a todas las instalaciones estacionarias de baterías de acumuladores.

La tensión eléctrica nominal del acumulador se determina, sin considerar las celdas de emergencia o de reserva que se conectan al circuito únicamente para mantener la tensión eléctrica durante la descarga.

480-2. Definiciones

Batería de acumuladores. Batería formada por una o más celdas recargables de plomo-ácido, níquel-cadmio o de otro tipo electro-químico recargable.

Batería o celda sellada. Una batería o celda sellada es aquella que no tiene previsión para la adición de agua o electrolito, o medición externa de la gravedad específica del electrolito. Se permite que las celdas individuales tengan un arreglo de ventilación como el que se describe en la Sección 480-9(b).

Tensión eléctrica nominal de la batería. Tensión eléctrica calculada con base en 2 V por celda para el tipo plomo-ácido y 1,2 V por celda para las alcalinas.

480-3. Alambrado y equipo alimentado por baterías. El cableado y equipo alimentado por baterías está sujeto a los requisitos de esta norma, aplicables a cableado y equipo que operen a la misma tensión eléctrica.

480-4. Puesta a tierra. Debe aplicarse las disposiciones del artículo 250.

480-5. Aislamiento de baterías a no más de 250 V. Esta Sección debe aplicarse a baterías de acumuladores que tengan celdas conectadas de tal manera que operen a una tensión eléctrica nominal de la batería no mayor que 250 V.

a) Baterías ventiladas de tipo plomo-ácido. Las celdas y las baterías de varios compartimentos con tapas selladas a contenedores de material no conductor, resistente al calor no requieren un soporte aislante adicional.

b) Baterías ventiladas del tipo alcalino. Las celdas con tapas selladas en recipientes de materiales no conductivos resistentes al calor no requieren un soporte aislante adicional. Las celdas en recipientes de material conductor deben instalarse en bandejas de material no conductor con no más de 20 celdas (24 V nominales) en el circuito en serie en cualquier bandeja.

c) Recipientes de hule. Las celdas en contenedores de hule o compuestos sintéticos no necesitan un soporte aislante adicional, si la tensión eléctrica nominal de todas las celdas en serie no es mayor que 150 V. Cuando la tensión eléctrica total es mayor que 150 V, las baterías deben dividirse en grupos de 150 V o menos y cada grupo debe tener las celdas individuales instaladas en bandejas o bastidores.

d) Celdas o baterías selladas. Las celdas selladas y baterías de varios compartimentos construidas de material no conductor resistente al calor, no requieren soporte aislante adicional. Las baterías construidas con recipientes de material conductor deben tener un soporte aislante si existe tensión eléctrica entre el recipiente y tierra.

480-6. Aislamiento de baterías de tensión eléctrica mayor que 250 V. Las disposiciones de la Sección 480-5 deben aplicarse a los acumuladores que tengan las celdas conectadas de tal manera que operen a tensión eléctrica nominal mayor que 250 V y, además, debe aplicarse a dichas baterías las disposiciones de esta Sección. Las celdas deben instalarse en grupos que tengan una tensión eléctrica nominal total no mayor que 250 V. Debe proveerse aislante que puede ser el aire entre los estantes y debe tener una separación mínima entre partes vivas de la batería con polaridad opuesta de 5 cm para tensiones que no excedan 600 V.

480-7. Bastidores y bandejas. Los bastidores y las bandejas deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

a) Bastidores. Los bastidores, que se requieren en este artículo, son estructuras rígidas diseñadas para soportar celdas o bandejas. Para zonas sísmicas debe contar con travesaños o tensores triangulados para soportar oscilaciones. Deben ser de construcción sólida, firmemente anclados y estar hechos de:

1) Metal tratado para que sea resistente a la acción deteriorante del electrolito y provisto de elementos no conductores que soporten directamente las celdas o de material aislante continuo que no sea pintura, sobre los elementos conductores.

2) De otro material como fibra de vidrio u otro material adecuado que no sea conductor.

b) Bandejas. Las bandejas son estructuras tales como huacales o cajas de poca profundidad, generalmente de madera u otro material no conductor y construidas o tratadas de modo que sean resistentes a la acción deteriorante del electrolito.

480-8. Locales para baterías. Los locales deben cumplir con lo indicado con lo siguiente:

a) Ventilación. Deben tomarse las medidas necesarias para una suficiente ventilación y difusión de los gases de las baterías, a fin de impedir la acumulación de una mezcla explosiva en el local. Cuando se utilice ventilación forzada, las fallas en el sistema de ventilación deben operar una señal preventiva.

b) Partes vivas. Los resguardos de las partes vivas deben cumplir con lo indicado en 110-17.

c) Local independiente. Las baterías deben instalarse en un local independiente.

Dentro de los locales debe dejarse un espacio suficiente y seguro alrededor de las baterías para la inspección, el mantenimiento, las pruebas y reemplazo de celdas.

d) Conductores y canalizaciones. No deben instalarse conductores desnudos para conexión de baterías en lugares de tránsito de personas, a menos que se coloquen en partes altas para quedar protegidos. Para instalar los conductores aislados puede usarse canalización metálica con tapa siempre que estén debidamente protegidos contra la acción deteriorante del electrolito.

e) Terminales. Si en el local de las baterías se usan canalizaciones u otra cubierta metálica, los extremos de los conductores que se conecten a las terminales de las baterías deben estar fuera de la canalización, por lo menos a una distancia de 30 cm de las terminales, y resguardarse por medio de una boquilla aislante.

El extremo de la canalización debe cerrarse herméticamente para no permitir la entrada del electrolito.

f) Pisos. Los pisos de los locales donde se encuentren baterías y donde sea probable que el ácido se derrame y acumule, deben ser de material resistente al ácido o estar protegidos con pintura resistente al mismo. Debe existir un recolector para contener los derrames de electrolito.

g) Equipos de calefacción. No deben instalarse equipos de calefacción de llama abierta o resistencias incandescentes expuestas en el local de las baterías.

h) Iluminación. Los locales de las baterías deben tener una iluminación natural adecuada durante el día. En los locales para baterías, se deben usar luminarios con portalámparas a prueba de vapor y gas protegidos de daño físico por barreras o aislamientos. Los receptáculos e interruptores deben localizarse fuera del local.

480-9. Métodos de ventilación

a) Celdas ventiladas. Las celdas y baterías selladas deben equiparse con una ventila de alivio de presión para prevenir la acumulación excesiva de gases, o deben diseñarse para prevenir que las partes de las celdas se esparzan en el caso de la explosión de una celda.

b) Celdas selladas. Las celdas selladas de baterías deben estar equipadas con válvulas de sobrepresión para evitar una acumulación excesiva de gases, o bien, la celda de una batería sellada debe ser diseñada para prevenir la dispersión de partes de celdas en el caso de una explosión.

480-10. Equipos y avisos preventivos

a) Equipos de protección. Los locales para alojamiento de baterías deben tener equipo de protección que consista en:

1) Anteojos o careta.

2) Guantes resistentes al ácido.

3) Delantal protector y protector de zapatos.

4) Agua entubada o garrafón portátil con agua o agentes neutralizadores de ácido para enjuague de ojos y piel.

b) Avisos de precaución. Debe haber avisos de precaución dentro y fuera de los locales de baterías indicando la prohibición de fumar, no usar herramientas que produzcan chispas, no usar llamas abiertas, no usar fuentes de ignición, utilizar el equipo de seguridad. Asimismo debe colocarse un aviso de riesgo existente al contacto del electrolito de las baterías con la piel, ropa o por inhalación.

c) Protección de partes vivas en las baterías. Las conexiones de las celdas para tensión eléctrica mayor que 150 V deben estar resguardadas. Para tal efecto, debe tomarse en cuenta lo indicado en 110-17.

4.5 AMBIENTES ESPECIALES**CAPITULO 5****ARTICULO 500 - AREAS PELIGROSAS (CLASIFICADAS), CLASES I, II Y III, DIVISIONES 1 y 2.**

500-1. Alcance. Artículos 500 a 504. Los artículos 500 a 504 cubren los requisitos para equipo eléctrico, electrónico y alambrado, para todas las tensiones eléctricas, en áreas Clase 1, Divisiones 1 y 2; Clase II, Divisiones 1 y 2 y Clase III, Divisiones 1 y 2, en donde pueda existir peligro de incendio o explosión debido a gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvos combustibles o fibras o partículas combustibles o de fácil ignición dispersas en el aire.

NOTA: Véase el artículo 505 para los requisitos de los equipos eléctricos y electrónicos y para el alambrado a todas las tensiones eléctricas en áreas peligrosas (clasificadas) de Clase I, Zona 0, Zona 1 y Zona 2 en donde pueden existir riesgos de incendio o explosión debidos a gases, vapores o líquidos inflamables.

500-2. Otros Artículos. Excepto como se modifica en los artículos 500 hasta 504, todas las demás reglas aplicables contenidas en esta Norma deben aplicarse al equipo eléctrico y al alambrado instalado en áreas peligrosas (clasificadas).

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.

500-4 Técnicas de protección. En los siguientes incisos se indican las técnicas de protección aceptables para equipo eléctrico y electrónico en áreas clasificadas como peligrosas.

a) Aparatos a prueba de explosión. Esta técnica de protección se permite para equipos instalados en áreas Clase I, División 1 y 2 para las cuales estén aprobados.

NOTA 1: Los aparatos a prueba de explosión se definen en el artículo 100.

NOTA 2: Para información adicional respecto a los aparatos a prueba de explosión, véase en el apéndice B2.

b) Equipo a prueba de ignición de polvo. Esta técnica de protección se permite en áreas Clase II, División 1 y 2 para las cuales estos equipos estén aprobados.

NOTA 1: Los aparatos a prueba de ignición de polvo se definen en el artículo 502-1.

NOTA 2: Para información adicional respecto a los aparatos a prueba de ignición, véase el apéndice B2.

c) Hermético al polvo. Se permite aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en áreas Clase II, División 2 y Clase III para los cuales estén aprobados.

NOTA 1: Los envoltentes herméticos al polvo se construyen de manera que el polvo no entre en las carcasas del envoltente bajo condiciones específicas de prueba.

NOTA 2: Para información adicional respecto a equipo no incendiario para uso en áreas Clase II, División 2 y Clase III, Divisiones 1 y 2, así como equipo para uso en áreas Clase I y II, División 2 y Clase III, véase el apéndice B2.

NOTA 3: Para información adicional sobre condiciones de prueba para equipos diferentes de los rotatorios, véase el apéndice B2.

d) Purgado y presurizado. Esta técnica de protección se permite para equipo en cualquier área peligrosa (clasificada) para la cual esté aprobado.

NOTA 1: En algunos casos pueden reducirse los riesgos o limitar e incluso eliminar las áreas clasificadas peligrosas, por medio de un adecuado sistema de ventilación forzada (presión positiva) desde una fuente de aire limpio, conjuntamente con un dispositivo eficiente para evitar fallas en la ventilación.

NOTA 2: Para información adicional sobre equipo eléctrico y envoltentes presurizadas, véase el apéndice B2.

e) Sistemas intrínsecamente seguros. El equipo y alambrados intrínsecamente seguros se permiten en cualquier área clasificada como peligrosa para la cual han sido aprobados. Las disposiciones de los artículos 501 al 503, 505 y del 510 al 516 no deben ser considerados aplicables a estas instalaciones, excepto lo exigido en el artículo 504. La instalación de equipo y alambrados intrínsecamente seguros deben cumplir con los requerimientos del artículo 504.

NOTA: Para información adicional sobre aparatos intrínsecamente seguros y aparatos asociados para uso en Clase I, II y III, División 1, véase el apéndice B2.

f) No incendiario. Técnica de protección en la cual, bajo condiciones normales de operación, ningún arco o efecto térmico tiene capacidad para encender la mezcla inflamable de aire con gas, vapor o polvo. Esta técnica de protección se permite en áreas Clase I, División 2, Clase II, División 2 y Clase III para las cuales el equipo esté aprobado.

(1) Circuito no incendiario. Circuito en el cual cualquier arco o efecto térmico producido, bajo condiciones de operación previstas del equipo o debido a la apertura, cortocircuito o puesta a tierra del alambrado in situ, no tiene capacidad, bajo las condiciones de prueba especificadas, para encender gas, vapor o mezcla de polvo-aire, inflamables.

NOTA 1: Para información adicional de las condiciones de prueba para equipo eléctrico para uso en áreas Clase I y II, División 2 y Clase III, División 1 y 2, véase el apéndice B2.

NOTA 2: Circuito no incendiario se define en el artículo 100.

(2) Equipo no incendiario. Equipo que tiene circuitos eléctricos/electrónicos y que, bajo condiciones normales de operación, no tiene capacidad para causar la ignición de un gas, vapor o mezcla de polvo-aire especificados inflamables, debido a arcos o medios térmicos.

NOTA: Para información adicional para equipo eléctrico para uso en áreas Clase I y II, División 2 y Clase III, División 1 y 2, véase el apéndice B2.

a. Componente no incendiario. Componente que tiene contactos para abrir o cerrar un circuito incendiario. El mecanismo de contacto debe estar construido de modo que el componente no tenga capacidad para encender una mezcla inflamable específica de aire con gas o vapor. La carcasa de un componente no incendiario no está prevista para que evite la entrada de la atmósfera inflamable, o para que contenga una explosión.

Se permite aplicar esta técnica de protección a los contactos de interrupción de corriente en áreas Clase I, División 2, para los cuales el componente esté aprobado.

NOTA: Para información adicional sobre equipo para uso en áreas Clase I y II, División 2 y áreas Clase III, véase el apéndice B2.

g) Inmersión en aceite. Esta técnica de protección se permite para contactos de interrupción de corriente eléctrica en áreas Clase I, División 2 como se describe en 501-6(b)(1)(b).

NOTA 1: Véase las Secciones 501-3(b)(1), excepción (a); 501-5(a)(1), excepción (b); 501-6(b)(1); 501-14(b)(1), excepción (a); 502-14(a)(2), excepción; y 502-14(a)(3), Excepción.

NOTA 2: Para información adicional sobre equipo de control en áreas peligrosas (clasificadas), véase el apéndice B2.

h) Sellado herméticamente. Un dispositivo sellado herméticamente debe impedir la entrada de cualquier atmósfera externa y el sello debe ser por fusión, es decir, por soldadura, cobresoldadura, soldadura eléctrica o por la fusión de vidrio a metal.

Esta técnica de protección se permite para contactos de interrupción de corriente eléctrica en áreas Clase I División 2.

NOTA: Véase 501-3(b)(1) Excepción b; 501-5(a)(1) Excepción a; 501-6(b)(1)(a); y 501-14(b)(1) Excepción b.

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 envoltente.

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 envoltente.

3) 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 amoníaco, 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 amoníaco, 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 envoltentes 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 periodos de tiempo. Algunos ejemplos incluyen:

(1) el interior de envoltentes con respiraderos inadecuados que contienen instrumentos, que normalmente descargan gases inflamables o vapores al interior del envoltente;

(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 1 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

501-1. Disposiciones generales. Las reglas generales de esta norma se deben aplicar a las instalaciones de alambrado y equipo eléctrico en las áreas clasificadas como Clase I en 500- 7.

Se permite que los equipos marcados y aprobados de acuerdo con la sección 505-10 para uso en lugares Clase I, Zona 0, 1 o 2, estén en lugares Clase I división 2 para el mismo gas y con una temperatura nominal adecuada

Excepción: Lo que está modificado en este artículo.

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 450-21 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 kilowattórímetros, transformadores de instrumento, resistencias, rectificadores y válvulas termoiónicas, deben estar en envoltentes aprobados para áreas Clase I División 1.

Los envoltentes aprobados para áreas Clase I, División 1, incluyen envoltentes a prueba de explosión, y envoltentes 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 desconectores, interruptores automáticos, así como los contactos de cierre y apertura de los pulsadores, relevadores, sirenas, y campanas de alarma, deben tener envoltentes aprobados para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con la Sección 501-3(a) anterior.

Excepción: Se permiten envoltentes de uso general si los contactos de interrupción de corriente eléctrica, están:

- a. Sumergidos 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 incendiario 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 envoltentes 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 envoltentes de uso general.

4) Ensamblados de uso general. Cuando un ensamble está formado por componentes para los cuales son aceptables las envoltentes de uso general, según las Secciones 501-3(b)(1), 501-3(b)(2) y 501-3(b)(3) anteriores, se puede aceptar una envoltente 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 envoltente, 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 envoltentes 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 envoltentes de uso general, si cada fusible es precedido por un desconector 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 desconector 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 alambra 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 envolvente a prueba de explosión en donde: (a) dicha envolvente 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 envolvente 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 envolvente en donde los desconectadores, 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 envolvente aprobado para el área, y marcado como "sellado de fábrica" o su equivalente.

No debe considerarse que los envoltentes 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 envoltentes 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 envoltentes 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 (niples) 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 prealambradas, 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 ensamble 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 ensamble 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 flama 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 $200 \text{ cm}^3/\text{h}$ 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 envoltentes 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 envoltente 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. Desconectores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles

a) **Clase I, División 1.** En las áreas Clase I, División 1, los desconectores, interruptores automáticos, controladores de motores y los fusibles, incluyendo las estaciones de botones, relevadores y dispositivos similares deben estar en envoltentes y, en cada caso el conjunto de la envoltente y los aparatos encerrados, deben estar aprobados como un ensamble completo para uso en áreas Clase I.

b) **Clase I, División 2.** Los desconectores, 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 envoltentes aprobados para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con lo indicado en 501-3 (a), a menos que se instalen en envoltentes 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) **Desconectores, separadores (de aislamiento).** Pueden instalarse en envoltentes de uso general, los desconectores con o sin fusibles y los fusibles y los desconectores 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 envoltentes aprobados para el área donde se instalen. También pueden utilizarse fusibles en envoltentes 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.

501-7. Transformadores de control y resistencias. Los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias utilizados como, o en conjunto con equipos de control para motores, generadores y aparatos, deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias, así como cualquier mecanismo de desconexión asociado con ellos, deben estar contenidos en envoltentes aprobadas para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con lo indicado en 501-3(a).

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, los transformadores y las resistencias de control deben cumplir con lo siguiente:

1) Mecanismo de desconexión. Los mecanismos de desconexión usados con transformadores, bobinas de impedancia y resistencias, deben cumplir con 501-6(b).

2) Bobinas y devanados. Se permite el uso de envoltentes de uso general para devanados de transformadores, solenoides y bobinas de impedancia.

3) Resistencias. Las resistencias deben suministrarse en envoltentes y el conjunto debe estar aprobado para áreas Clase I, a menos que las resistencias no sean variables y que la máxima temperatura de operación no exceda 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor involucrado en grados Celsius (°C), o que hayan sido probadas y encontradas incapaces de incendiar al gas o al vapor.

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 periodos 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.

NOTA 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 arqueo 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 periodos 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) Desconectores. Los desconectores 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).

Excepción: Los protectores térmicos incorporados en los balastos para lámparas fluorescentes protegidos térmicamente si el luminario está aprobado para áreas de esta Clase y División.

501-10. 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) Desconectores, interruptores automáticos y fusibles. Los desconectores, 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 envoltorio 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.

501-14. 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 desconectores, 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 resistores, 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).

501-15. Partes vivas, Clase I, Divisiones 1 y 2. No debe haber partes eléctricamente vivas al descubierto.

501-16. 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).

501-17. Apartarrayos

a) Clase I, División 1. Los apartarrayos incluyendo su instalación y conexión deben cumplir con el Artículo 280. Los apartarrayos y capacitores deben instalarse en envolventes aprobadas para áreas Clase I, División 1. Los capacitores para protección de picos deben ser del tipo diseñado para el servicio específico.

b) Clase I, División 2. Los apartarrayos no deben provocar arcos, tales como el varistor de óxido metálico (VOM) tipo sellado, y los capacitores para protección de picos deben ser del tipo diseñado para ese uso específico. Su instalación y conexión deben cumplir con el Artículo 280. Otros tipos de protección contra sobretensión eléctrica diferentes a los descritos anteriormente, deben instalarse en envolventes aprobadas para áreas Clase I, División 1.

501-18. Circuitos derivados multiconductores. No se permiten en áreas Clase I, División 1, circuitos derivados multiconductores.

Excepción: Cuando el dispositivo de desconexión para el circuito, abre todos los conductores de fase del circuito multiconductor simultáneamente.

ARTICULO 502 - AREAS CLASE II

502-1. Disposiciones generales. Las reglas generales de esta norma se aplican al alambrado y equipo eléctrico en las áreas clasificadas como Clase II en 500-8.

Excepción: Como se modifique en este Artículo.

"A prueba de ignición de polvo" significa en este Artículo: Encerrado de tal manera que no permita la penetración de polvo y que cuando la instalación y su protección estén hechas de acuerdo con lo indicado en esta norma, no permitan tampoco que arcos, chispas o calor generado o liberado dentro de la envolvente cause la ignición de las acumulaciones externas o suspensiones atmosféricas de un polvo específico sobre o en las cercanías de la envolvente.

NOTAS: Para información adicional sobre envolventes a prueba de encendido de polvos, véase apéndice B2.

El equipo instalado en áreas Clase II debe ser capaz de funcionar a su capacidad plena sin desarrollar temperaturas superficiales lo bastante altas para provocar una deshidratación excesiva o una carbonización gradual de cualquier depósito de polvos orgánicos que pueda ocurrir allí.

NOTA: El polvo que es carbonizado o secado en forma excesiva es altamente susceptible a la ignición espontánea.

El equipo y el alambrado del tipo definido en el Artículo 100 como a prueba de explosión, no debe ser requerido y no debe ser aceptado en áreas Clase II, a menos que esté aprobado para esas áreas.

Cuando existan polvos del Grupo E, en áreas Clase II en cantidades peligrosas, se definirán solamente como áreas División 1.

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.

b) 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 envoltentes 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 envoltentes 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 envoltentes aprobadas específicamente para tales áreas.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, los envolventes para fusibles, desconectores, 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 envoltura 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 envoltorio 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 exceda 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 envoltentes 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.

502-10. 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 bronce-aluminio y de otros metales de características peligrosas similares, todo el equipo debe estar aprobado específicamente para tales áreas.

b) 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 envoltente 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) Desconectores, interruptores automáticos y fusibles. Las envoltentes para desconectores, 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 bronce-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 envoltentes 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 alumbrado 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).

502-12. 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.

502-13. 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.

502-14. 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 envoltentes 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 envoltentes 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 envoltentes 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 envoltentes 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 envoltentes deben cumplir con lo indicado en 502-14(a)(2) anterior, o los contactos deben estar dentro de envoltentes 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 envoltentes de uso general.

2) Transformadores y equipos similares. Los devanados y las terminales de conexión de los transformadores y bobinas deben estar dentro de envoltentes 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 envoltentes 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).

5) Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en 502-4(b).

502-15. Partes vivas, Clase II, Divisiones 1 y 2. Las partes vivas no deben estar expuestas.

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 envoltentes 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.

502-18. Circuitos derivados multiconductores. En áreas Clase II, División 1, no se permite el uso de circuitos derivados multiconductores.

Excepción: Cuando el dispositivo de desconexión para el circuito abra simultáneamente todos los conductores de fase de un circuito multiconductor.

ARTICULO 503 - AREAS CLASE III

503-1. Generalidades. Las disposiciones generales de esta norma se aplican al alambrado y equipo eléctrico en áreas clasificadas como Clase III en la Sección 500-9.

Excepción: Como lo modifique este Artículo.

El equipo instalado en áreas Clase III debe ser capaz de operar a plena carga sin desarrollar en su superficie una temperatura capaz de causar una deshidratación excesiva o carbonización gradual de fibras o pelusas acumuladas. Los materiales orgánicos carbonizados o excesivamente deshidratados tienen una alta probabilidad de combustión espontánea. La máxima temperatura en la superficie bajo condiciones de operación, no debe exceder de 165°C para equipo no sujeto a sobrecargas, y 120 °C para equipo (tales como motores y transformadores) que puedan sobrecargarse.

NOTA: Para información adicional para montacargas eléctrico, véase el Apéndice B2.

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 terminales 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 503-10.

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 envoltentes 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 envoltentes 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 envoltentes 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.

La 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 envoltentes ventilados, e impedir el escape de chispas, flamas o material encendido que pueda incendiar 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 envoltentes 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 desconector, 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.

503-12. Sistemas de señalización, alarma, control remoto y altavoces de intercomunicación clase III, Divisiones 1 y 2. Los sistemas de señalización, alarma, control remoto y altavoces de intercomunicación, deben cumplir con los requisitos del Artículo 503 relativos a métodos de alambrado, desconectores, transformadores, resistencias, motores, luminarios y componentes relacionados.

503-13. Grúas, montacargas y equipo eléctrico similar Clase III, Divisiones 1 y 2. Cuando se instalen para operar sobre fibras combustibles o acumulaciones de las pelusas, las grúas viajeras y montacargas para el manejo de materiales, limpiadoras viajeras para máquinas textiles, y equipo similar, deben cumplir con 503-13(a) hasta 503-13(d) siguientes:

a) Alimentación. Los conductores de contacto de alimentación deben estar aislados de todos los otros sistemas y estar equipados con un detector para tierra aceptable que active una alarma y automáticamente desenergice a los conductores de contacto en caso de una falla a tierra, o que produzca una alarma visual y audible mientras los conductores de contacto estén energizados y la falla a tierra persista.

b) Conductores de contacto. Los conductores de contacto deben ubicarse o resguardarse para ser inaccesibles a personal no calificado y estar protegidos contra contactos accidentales con objetos extraños.

c) Escobillas o colectores de corriente eléctrica. Las escobillas de corriente deben acomodarse o resguardarse para confinar el chisporroteo normal e impedir el escape de chispas o partículas calientes. Para reducir el chisporroteo, deben colocarse dos o más superficies de contacto separadas en cada conductor de contacto. Deben tenerse medios confiables para mantener libres de la acumulación de pelusa o de partículas volátiles a los conductores de contacto y escobillas de corriente.

d) Equipo de control. El equipo de control debe cumplir con lo indicado en 503-4 y 503-5.

503-14. Banco y cargador de baterías Clase III, Divisiones 1 y 2. Los bancos y cargadores de baterías deben localizarse en cuartos separados, construidos o recubiertos con suficiente material no combustible, diseñados de tal forma que eviten la acumulación en cantidades combustibles de pelusa o partículas volátiles y deben estar adecuadamente ventilados.

503-15. Partes vivas Clase III, Divisiones 1 y 2. No debe haber partes vivas expuestas.

Excepción: Tal como se indica en 503-13.

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 puentado 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 504 - SISTEMAS INTRINSECAMENTE SEGUROS

504-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación de aparatos, alambrado y aparatos y sistemas intrínsecamente seguros (I.S.), para áreas Clase I, II y III.

NOTA: Para información adicional sobre prácticas de alambrado intrínsecamente seguro en áreas peligrosas (clasificadas), véase el apéndice B2.

504-2. Definiciones. Para propósito de este Artículo se presentan las siguientes definiciones:

Aparatos asociados. Aparatos en los que los circuitos en sí no son necesariamente intrínsecamente seguros, pero que afectan la energía en circuitos intrínsecamente seguros, y de los cuales se depende para mantener la seguridad intrínseca. Los aparatos asociados pueden ser:

a) Aparatos eléctricos que tengan un tipo de protección alterna para uso en áreas peligrosas (clasificadas) apropiadas; o

b) Aparatos eléctricos no protegidos así, los cuales no deben utilizarse dentro de un área peligrosa (clasificada).

NOTA 1: Los aparatos asociados tienen conexiones identificadas intrínsecamente seguras para aparatos intrínsecamente seguros, y también pueden tener conexiones para aparatos no intrínsecamente seguros.

NOTA 2: Un ejemplo de aparato asociado es una barrera intrínsecamente segura, la cual es una red diseñada para limitar la energía (corriente y tensión eléctricas), disponible para circuito protegido en áreas peligrosas (clasificadas), bajo condiciones especificadas de falla.

Aparato intrínsecamente seguro. Aparato en el cual todos los circuitos son intrínsecamente seguros.

Aparato simple. Un dispositivo que no genera ni almacena más de 1,2 V, 0,1 A, 25 mW o 20 μ J.

NOTA: Algunos ejemplos son: desconectores, termopares, diodos emisores de luz, conectores y dispositivos de control de temperatura por resistencia (RTD).

Circuito intrínsecamente seguro. Circuito en el cual cualquier chispa o efecto térmico es incapaz de causar la ignición de una mezcla de material combustible o inflamable en aire bajo condiciones prescritas de prueba.

NOTA: Para información adicional sobre métodos de prueba para aparatos intrínsecamente seguros y aparatos asociados para Clase I, II y III, División 1, véase apéndice B2.

Circuitos intrínsecamente seguros diferentes. Circuitos intrínsecamente seguros diferentes, son circuitos intrínsecamente seguros en los cuales las distintas conexiones posibles que tienen no han sido evaluadas y aprobadas como intrínsecamente seguras.

Diagrama de control. Es un diagrama o documento proporcionado por el fabricante del aparato intrínsecamente seguro o asociado, que detalla las conexiones permitidas entre los aparatos intrínsecamente seguros y los asociados.

Sistema intrínsecamente seguro. Son ensambles de conexión de aparatos intrínsecamente seguros interconectados, aparatos asociados y cables de conexión en los que aquellas partes del sistema que puedan ser utilizadas en un área peligrosa (clasificada), son circuitos intrínsecamente seguros.

NOTA: Un sistema intrínsecamente seguro puede incluir más de un circuito intrínsecamente seguro.

504-3. Aplicación de otros Artículos. A excepción de lo modificado por este Artículo, todos los Artículos aplicables de esta norma deben cumplirse.

504-4. Equipo aprobado. Todo aparato intrínsecamente seguro y aparatos asociados deben estar aprobados.

Excepción: Un aparato simple, como se describe en el diagrama de control, no requiere estar aprobado.

504-10. Instalación de equipo

a) Diagrama de control. Los aparatos intrínsecamente seguros, aparatos asociados y otros equipos, deben instalarse de acuerdo con lo indicado en los diagramas de control.

Excepción: Un aparato simple que no interconecta circuitos intrínsecamente seguros.

NOTA: La identificación del diagrama de control está marcada sobre el aparato.

b) Ubicación. Los aparatos intrínsecamente seguros y aparatos asociados pueden instalarse en cualquier área peligrosa (clasificada) para la cual han sido aprobados. Se permite el uso de envoltentes de usos generales para aparatos intrínsecamente seguros.

Debe permitirse la instalación de los aparatos asociados en áreas peligrosas (clasificadas) para las cuales se han identificado o si se protegen por otros medios permitidos en los Artículos 501 a 503 y 505.

504-20. Métodos de alambrado. Se permite instalar aparatos intrínsecamente seguros y su alambrado, utilizando cualquiera de los métodos de alambrado adecuados para áreas no clasificadas, incluyendo los Capítulos 7 y 8. La aplicación de sellos debe ser como se indica en 504-70, y la separación debe ser como la indicada en 504-30.

504-30. Separación de conductores intrínsecamente seguros

a) De conductores de circuitos no intrínsecamente seguros

1) Alambrado al descubierto. Los conductores y cables de circuitos intrínsecamente seguros que no estén en canalizaciones o en soportes tipo charola para cables, deben estar separados al menos 50 mm y asegurados de los conductores y cables de cualquier circuito no intrínsecamente seguro.

Excepción: Donde: (1) todos los conductores de circuitos intrínsecamente seguros sean del tipo MC o MI; o (2) todos los conductores del circuito no intrínsecamente seguros estén en canalizaciones o sean cables del tipo MC o MI, donde la cubierta metálica sea capaz de llevar la corriente eléctrica de falla a tierra.

2) En canalizaciones, soportes tipo charola para cables y cables. Los conductores de circuitos intrínsecamente seguros no deben colocarse en canalizaciones, soportes tipo charola o cables con conductores que sean de circuito no intrínsecamente seguros.

Excepción 1: Cuando los conductores de circuitos intrínsecamente seguros estén separados de los conductores de circuitos no intrínsecamente seguros por una distancia de al menos 50 mm y asegurados, o mediante una división metálica puesta a tierra o mediante una división de aislamiento adecuado.

NOTA: Divisiones de lámina metálica de 0,90 mm de espesor o mayores, se consideran normalmente aceptables.

Excepción 2: Cuando: (1) todos los conductores de circuitos intrínsecamente seguros o (2) todos los conductores de circuitos no intrínsecamente seguros estén en cables con cubierta o forro metálico puesta a tierra, donde esos elementos metálicos sean capaces de transportar la corriente eléctrica de falla a tierra.

NOTA: Los cables que cumplen con los requisitos indicados en los Artículos 330 y 334 son típicos de aquéllos considerados aceptables.

3) Dentro de envoltentes

a. Los conductores de circuitos intrínsecamente seguros deben separarse al menos 50 mm de los conductores de cualquier circuito no intrínsecamente seguro, o como se especifica en 504-30(a)(2).

b. Todos los conductores deben asegurarse de tal forma que cualquier conductor que pudiera aflojarse de una terminal no pueda entrar en contacto con otra terminal.